雙月刊

# 核能簡訊

NUCLEAR NEWSLETTER





核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.146 雙月刊

FEBRUARY 中華民國一○三年二月號

封面圖片：



出版單位：財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一○一號研發大樓208室
電　　話：（03）571-1808
傳　　真：（03）572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、李清山、汪曉康、陳布燦、陳條宗、劉仁賢、謝牧謙、簡福添（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
文　　編：鍾玉娟、翁明琪、林庭安
執　　編：羅德禎
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1175
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠
行政院原子能委員會敬贈　廣告
台灣電力公司核能後端營運處敬贈　廣告

## 編者的話

台灣民眾向來以日本為師，認為自己處處不如日本。很多人以為日本的核能運轉績效比台灣強，從而認為以嚴謹著稱的日本，都會發生這麼嚴重的福島事故，何況是台灣。這種假設式的推論，為這一波反對核四運轉的浪頭推波助瀾。

去年12月27日6位旅美的核工專家返台參加「核電與台灣競爭力論壇」，卻提醒在座聽眾：以國際上擁有核電廠的國家來看，日本的營運績效是遠遠不及台灣。多年以來，日本核能機組的容量因數都在50%-60%之間徘徊，始終提昇不了；台灣則是年年超過90%（世界值平均77.8%）。根據國際原子能總署的評估，2010-2012年台灣排名第5，是名列前茅的模範生，日本則是第30名，遠遠落後吊車尾。每年舉辦的「台日核能安全研討會」，日本經常向台灣取經的議題就是如何提高機組容量因數。

與會專家也指出，近來台電的「斷然處置措施」被有心人士曲解、批評得一無是處。其實這是台電集合最優秀的核工專家，以他們累積30多年來的運轉經驗與專業能力，因應福島事故的教訓所擬定的，絕對可以延緩甚至阻止核災的發生。我國核電廠自營運以來能表現得如此優異，那是因為他們是全台灣第一流的人才，以第一志願進入核工領域；日本並非如此。

一位來台參加研討會的日本學者感到奇怪，福島事故明明發生在日本，台灣民眾卻驚嚇惶恐得更甚於日本；同樣緊鄰的中國、南韓反而邁開大步加速發展核能，還外銷核電設備與技術到其他國家。這之間的落差，已經嚴重威脅到台灣未來的產業競爭力。

台灣雖小，但是能人輩出，我們雖然很多地方比不上日本，但是也有勝出的強項，不能妄自菲薄。應該對這群長年供應我們安全、廉價、乾淨電力的優秀人才有信心，他們的努力與付出絕對值得全民讚賞與感恩。

# 歐盟檢視台灣核能安全

文．編輯室

台灣應更新會影響核電廠運作的所有自然災害的評估，尤其是歐洲聯盟委員會（EC）建議的地震與海嘯。

此建議提出後，歐盟委員會與歐洲核能安全管制機構（ENSREG）於2012年完成對台灣核電廠執行同儕審查制度（Peer Review）的壓力測試。整體來說，同儕審查結果顯示台灣核電廠的安全標準「似乎普遍較高，也符合大多數先進國家的作法」。歐盟委員會的同儕審查涵蓋了4座核電廠。

不過，歐盟委員會建議，島嶼國家應使用更先進的技術，找出有關地震與核電廠的潛在危險。同時他們也提出：台灣地震危害評估並不符合當前的國際規定，也沒有就新的地質和地球物理數據去考量核一、核二、核三鄰近地區的能動斷層（capable faults）。可追溯至1萬年前較古老的地質紀錄（並不是只有1867年的海嘯數據，還有當今的）也應列入考慮。歐盟委員會說，雖然有些變動，公共的標準還是有必要實施於台灣所有核電廠。

歐盟委員會的報告：「由於有些核電廠位於鄰近地區，結合所有可能的情況，包括多機組電廠或多電廠區域的效應應該被列入評估，以確定潛在的懸崖效應（cliff edge effects）與相關的核安加強措施。」同時報告也顯示，「台灣的核電廠也應設置替代緊急控制室」。除了當地的控制台和遠端停機面板（remote shutdown panels），並沒有比主控室額外堅固的替代緊急控制室。此外，台電應擬定策略以減少因意外而污染的水資源。評估適合的選擇及建立封閉冷卻電路可有效改善核電廠的防備能力。最後，歐洲聯盟委員會建議原子能委員會的決定應透明化。

## 管制單位的回應

原能會核能管制處副處長張欣指出，此審查承認台灣的壓力測試實質上是遵循歐洲的壓力測試規格來執行。「我們對核能安全有強烈的責任感，也一直追求改進。」

張副處長指出，「目前台灣地震災害評估正在進行中，結果將會符合當前國際規定，並會考慮到核一、核二、核三鄰近地區活動斷層地質和地球物理的新數據。」未來，原能會將會特別注意同儕審查，以及評估台電操作人員是否需要原能會新的指導。張副處長還說，原能會打算邀請歐盟委員會與歐洲核能安全管制機構，在3年內進行後續的訪問。

資料來源：http://www.world-nuclear-news.org/RS-European-review-of-Taiwanese-safety-2011135a.html

# 國際重量級氣候專家呼籲使用核能

文・編輯室

4位世界頂尖的氣候科學家在給全球新聞媒體的一封公開信中發出呼籲，世界各國領導人以及環保人士應支持核能的開發和部署。

「在現實世界中，如果不實質的使用核能發電，要想讓氣候穩定，只是空話。」

這封公開信是由氣候學家詹姆斯漢森（James Hansen）（美國哥倫比亞大學）、大氣科學家肯卡爾代拉（Ken Coldeira）（美國卡內基研究所全球生態科學系）、氣象學家克里伊曼紐爾（Kerry Emanuel）（美國麻省理工學院）和氣候學家湯姆威格利（Tom Wigley）（澳洲阿德萊德大學）所簽署，是寫給「那些會影響環境政策，但反對核電的人」。 信中提及，如果全世界要應付氣候變化所帶來的問題，那麼使核能系統更安全的開發和部署同樣重要。

很多環保人士反對以核能替代化石能源，因為他們認為核電廠過於危險和昂貴。政府為了滿足世界的能源需要，應當投資像太陽能和風能這樣的能源。

但是，這些科學家們說，以目前太陽能和風能系統的研發速度，無法快到足以「以全球經濟需要的規模提供廉價和可靠能源」的程度。他們說，在任何能夠穩定氣候的可信賴的解決方案中，核能都一定具有「實質性的作用」。

要滿足不斷增長的全球能源需求，大可不必「將大氣層作為垃圾場」，雖然本信作者承認，再生能源在未來的能源經濟中將扮演的角色，他們還是堅決主張，不依賴核能而想穩定氣候只是理論。「在現實世界中，如果不實質的使用核能發電，要想讓氣候穩定，只是空話。」他們說。

此信以簡單明瞭的語言傳達了科學家贊成核電的論點，他們指出，雖然目前的核電廠「絕非完美」，但是現代核子技術的特性包括：新的安全系統、減少核武擴散風險、效率提高，以及優異的經濟性。他們表示，就算不看這些優勢，核能也應該因為它的「社會利益」而受到鼓勵，在21世紀需要新的途徑來推動核電。

「沒有一種能源系統是沒有缺點的，我們只要求必須基於事實來決定能源系統，而不是情感和偏見，這些不適用於21世紀的核子技術。」他們說。



2013年初，一位共同研究者-漢森（Hansen），是前美國航空航天局的科學家，他估計1971年至2009年，因為使用核能而減少燃燒化石燃料污染的影響，至少已經成功阻止全世界184萬人死亡。

## 美國做好面對災難的準備

科學家們的信送到美國總統歐巴馬的手中，成立了一個特別工作小組，以幫助美國各社區應對氣候變化所造成的影響。由總統簽署了一項行政命令，指示聯邦機構採取了一系列旨在幫助社區「加強其抵禦極端天氣和氣候變化，以及為其他方面的影響做準備」的措施。此舉是超級風暴桑迪襲擊美國東海岸一年之後實施，他們親身經歷極端天氣造成大範圍的破壞和洪水，造成30人死亡，數百萬居民沒有電力的影響。

科學家們在信裡寫道，隨著地球暖化和碳排放量增長的問題日益嚴重，我們「不能把能夠減少溫室氣體的能源技術拒於門外。」他們說，環保主義者如果只是反對化石燃料和推廣可替代能源，是不夠的。

他們承認使用核能存有風險，但是他們認為，使用核能的風險比極端氣候變化所造成的風險要小很多。

大多數的氣候科學家都表示，他們已相當確定化石燃料造成的污染，是過去60年來導致全球氣溫上升的原因，因此有必要大幅減少這類污染，以免未來造成更大危害。

資料來源：http://www.world-nuclear-news.org/EE-Nuclear-essential-for-climate-stability-0411137.html

# 福島事故 3 周年前夕
# 日本政府將核電列為重要能源

文・編輯室

福島事故即將屆滿3周年前夕，日本政府新版能源基本計畫案曝光，逆轉先前民主黨執政時所主張的「無核政策」，明確的將核電列為重要的供電來源。計畫案除了重啟核電廠之外，未來也可能改建或新建核電廠。

## 日新版能源計畫 核電列重要電源

能源基本計畫規範了日本政府的中長期戰略，從2003年起就開始研擬，這次是第3度修改。之前民主黨執政，於2011年311福島核災後修訂為「革新的能源暨環境戰略」，現在安倍政府要改變民主黨版計畫。

新的基本計畫案顯示，就長期來看，核電廠要確保一定的比例，刪除了舊版（民主黨版）所寫的「不新設或增設核電廠」的字句。計畫案未明確記載核電將占全部電力的比例，這是因為核電廠的安全由原子能規制委員會（NRA）審查，現階段還不清楚有幾座機組能啟動運作。

311福島事故之後民眾對於核能採取慎重態度，新版能源計畫特別載明有必要引進定量風險評估（PRA）、產業界自主提高安全對策等。此外，做為長期的課題，有必要提出廢爐及汙水的處理。對於目前還沒有高放射性廢棄物最終處置場的問題，計畫書指出政府應基於科學的見解，選出適當的場址。

由於日本核電廠全面停機，用做火力發電的燃料費與311震災相比，1年之間多出3.6兆日圓（約新台幣1兆元）的負擔。

新版計畫案顯示，供電來源多樣化可建立不依賴進口燃料的體制，這也有助於增加與天然氣生產國談判價格的籌碼。為壓低進口燃料的價格，將積極利用北美產的頁岩油。將最大限度引進再生能源，以降低對化石燃料的依賴度。

同時，為推動再生能源的普及，目前採行「固定價格收購制度」是以太陽能為主，將來也要推廣成本較低的風力、地熱發電。

根據日本經濟新聞報導，2013年12月5日日本經濟產業大臣茂木敏充與日本首相安倍晉三會晤，確認日本政府的能源基本計畫案大致的內容，並將提交基本政策小組會（召集人為新日鐵住金的顧問三村明夫）討論，預計今年年初在內閣會議上做出決定。

## 日本商業界呼籲政府應穩定電力供應

日本聯合經濟組織（Keidanren）表示：「核能發電必須成為日本的選項之一。」不過前提是要先讓福島事故地區重建。

日本聯合經濟組織認為，福島事故後2年多，日本面臨的能源問題更為嚴峻；當務之急是移除福島一廠爐內的燃料，以及受污染的冷卻水。根據判斷，受污染的地下水已經流入大海，雖然幾乎檢測不到輻射劑量，但是東京電力公司無法有效控制污水這一點，成為建立民眾信心的最大障礙。

談到消費者的權益，婦女能源網的淺田旅遊（Asada Kiyoe）女士認為，如果福島地區無法重建，核能不應成為日本的能源選項之一；但是「從另一個角度看，身為消費者，冷靜思考使用核能的時機已然到來。」她敦促日本政府提供全面性完整的資訊，讓民眾自己決定最適當的能源組合。

長期關閉核能機組引發2個重大後果：天然氣與煤進口價格昂貴導致電價上升、燃燒天然氣與煤使碳排放量遽增，以致日本最近宣布氣候目標的重大修改。

日本聯合經濟組織的副主席、也是東芝公司副主席的佐佐木則夫（Norio Sasaki）說，進口的成本傷害了該國出口導向型經濟。因此，廉價電力的穩定供應是一個「急迫問題」。他說，進口燃料的成本增加，「關閉核電廠，每年高達3.6兆日圓（約34.9億美元）的國家財富拱手讓人」。貿易收支為負的持續低迷，可能導致政府信用的惡化，「有一種危機感」，是必須解決的問題。

佐佐木說，增加的電力成本已經造成資本投資基金的撤出和產業競爭力的打擊。這是呼應日本聯合經濟組織自然資源與能源委員會主席鯉沼晃（Koinuma Akira）的說法：「有可能是國內能源密集型產業沒有新的資金投入，日本有許多鋁冶煉企業已經出走。」

日本聯合經濟組織建議日本政府應體認經濟成長建立在穩定的供電之上。福島縣受災地區的恢復是第一要務，但在核能問題必須要冷靜考慮。未來的能源政策不應過於依賴進口天然氣，基於對成本的正確資訊，應將核電納入成為「現實情境」。雖然應該發展再生能源，目前的上網電價激勵機制還是應該進行審查，以避免對經濟帶來額外的負擔。

資料來源：
2013-12-05，中央社
http://www.world-nuclear-news.org/NP-Business-calls-for-stable-power-supply-in-Japan-0212131.html

# 龍門電廠要如何測試才安全

文・洪國鈞

為確保龍門電廠能夠在安全無虞的狀況下，提供穩定優質的電力，需要經過不同階段不同測試，反覆確認結構、系統與組件的各項品質，是符合法規與管制單位的要求，並在執照承諾範圍內，達成電力供應與安全運轉的目標。龍門電廠各項測試工作分為3個階段執行，簡述如下：

## 第一階段（施工階段）

在施工階段所進行的測試，依照施測的地點、人員與特性，主要分為3類測試，屬於組件層級的測試，介紹如下：

1.**工廠測試**：設備在尚未離開工廠，於工廠環境下進行的測試。此階段由廠商進行測試，台電人員（或委請顧問公司人員）見證，此類測試稱為Factory Acceptance Test（FAT）。

2.**現場測試**：設備安裝於現場後，在現場環境下進行的測試。此階段由廠商進行測試，台電人員（或委請顧問公司人員）見證，主要的目的是確認設備與合約要求相符，以便後續的驗收工作。此類測試稱為Site Acceptance Test（SAT），或也稱為施工測試、竣工測試、驗收測試、Construction Test等，焊道焊接非破壞性檢測亦屬此類。

3.**施工後測試**：施工後測試主要是設備於現場安裝後，為了確認已安裝設備具有能力進入第二階段試運轉測試，由台電施工單位人員（或委託電廠人員）親自進行並見證的測試工作，稱為Post Construction Test（PCT），此類測試又分為：

（1）管路沖洗：管路於安裝後為了確保管路的潔淨，或為管路可能的長期封存所做的預處理，如不鏽鋼管路用氨鹼洗、油路的油洗或空氣管路的吹淨等，此部分測試由日本東芝公司擔任顧問執行。

（2）組件施工後測試：各種重要組件為確保可以正確作動，所進行的組件級測試，如斷路器的功能測試、馬達或迴轉機的轉向測試、儀控元件的校正與內部邏輯等，較大型的測試如反應爐水壓試驗（1.25倍設計壓力）均屬此類測試。

（3）人機介面測試：本測試原屬於試運轉測試的前半部分，屬於數位儀控的邏

輯性確認測試，因試運轉測試有嚴謹的測試先備條件，該測試為預先確認數位儀控邏輯的正確性，包含主控制室操作介面與畫面的確認、警報功能確認與系統簡單的元件動作測試，本測試由電廠人員執行，施工處品質人員見證，較大型的整合測試如緊急柴油發電機施工後測試。

以上每個系統的3種施工後測試項目均要完成（如因故無法完成，應以個案討論列入無法移交項目追蹤）後，才可以辦理系統移交，執行第二階段試運轉測試。

## 第二階段（試運轉測試階段）

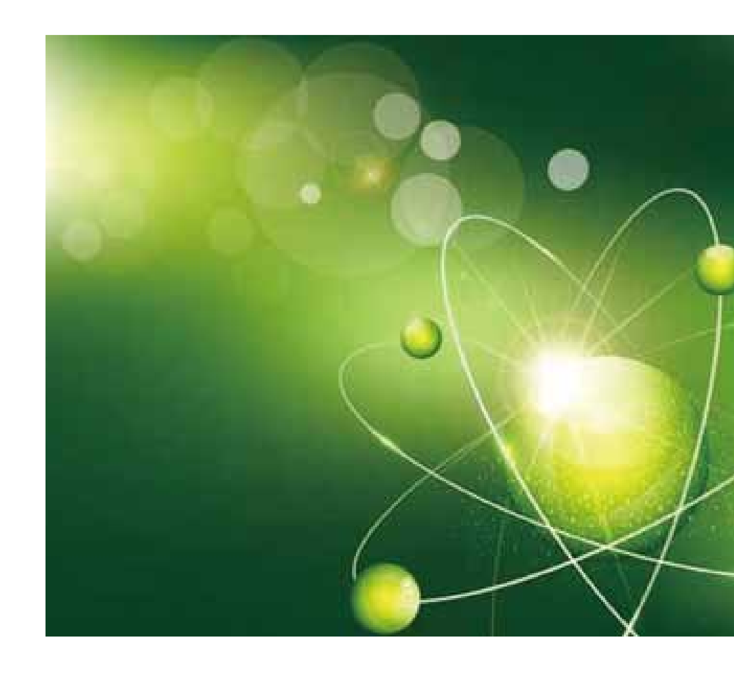
試運轉測試階段，原則上以系統為基礎進行測試，並依據奇異公司、三菱重工等各設備供應商提出之試運轉測試規範內容與接受準則進行測試，測試結果須由台電公司、設備供應商等單位確認，安全相關系統需另送原能會審查確認俱無疑慮後，始能取得初次燃料裝填許可裝填核子燃料。

試運轉測試依據施測的內容，可分為2類，而目前龍門電廠的測試工作大部分屬於本階段的測試工作，試運轉測試的介紹如下：

**1.系統試運轉測試：**主要是驗證每個系統與各系統之間均能滿足設計要求，共有126個系統需進行試運轉測試。

**2.整合性試運轉測試：**主要驗證跨系統間的整合確認是否符合設計功能，或為下個階段的啟動測試預做準備的測試工作，重大的整合性試運轉測試如下：

（1）161kV與345kV外電測試：本測試需整合受電與變電系統，確認外電可順利供應電廠測試用電。



（2）大範圍抽真空測試：本測試需整合汽機島區各系統，確認汽機島區具備正常運轉支援發電功能的能力。

（3）全爐心急停測試：本測試需整合核島區各反應度控制系統，確認單一、各群與全爐心控制棒在接受訊號後能正確反應訊號與連鎖進入爐心指定位置。

（4）緊急爐心冷卻系統測試：本測試需整合核島區停機冷卻系統，確認各冷卻系統間的連動、流量、熱移除能力能滿足設計目標。

（5）反應爐洩漏試驗：確認反應爐及相連管路在運轉壓力下仍能維持壓力邊界完整性。

（6）結構完整性測試/整體圍阻體洩漏測試（SIT/ILRT）：本測試確認圍阻體在事故狀況下仍能建立隔離邊界，確保放射性物質不會外釋。根據日本經驗，確認結構形變的結構完整性測試（SIT）也可以併此測試進行；但SIT測試壓力是圍阻體設計壓力的1.25倍（圍阻體至壽終僅能承受3次），屬破壞性測試。

（7）喪失外電測試（SIT/ILRT）：主要測試外電、緊急柴油發電機與緊急爐心冷卻系統間的連動。

（8）冷功能測試：確認各系統已經準備妥當，符合燃料裝填前的要求。

**3.試運轉測試再驗證：**由各電廠經驗豐富人員組成的強化安全檢測小組主導，設備供應商如奇異公司將會派遣技術顧問一同參與測試，並在經濟部專家小組的監督下執行，再驗證目的是重現並重新確認試運轉測試的結果，其他如緊急柴油發電機25次起停測試雖屬試運轉測試，會合併此階段測試進行。

## 第三階段（啟動測試階段）

**啟動測試：**啟動測試包含在各種電廠條件之下的測試階段，從初次裝填核子燃料開始直到電廠達到滿載執照功率為止。

包含初次臨界前（如中子或環境輻射監測系統）、初次臨界（如停機餘裕驗證）、低功率運轉測試（如電廠各系統間的反應確認）、功率遞升測試（電廠營運條件下各系統反應）、暫態測試（如喪失外電等急停）項目，各測試項目有單一系統（如中子偵測系統），也有跨系統（如主蒸汽隔離閥關斷或急停測試）的測試等。

**偵測試驗：**啟動測試期間電廠已經視同營運電廠，所以營運電廠要求的各類偵測試驗（如每3個月須確認緊急柴油發電機具有全黑啟動能力）均需要依照週期要求進行，否則會進入限制運轉條件要求降載。

**保證試驗：**確認電廠可以於滿載運轉下，保持無異常狀態100小時，並確認發電量是否符合合約要求（1,350百萬瓦），當持續維持720小時無異常狀態即可宣布進入商業運轉。

## 結論

龍門電廠透過不同階段各項不同種類的測試，其目的都是在確認龍門電廠結構、系統與組件的安全性與可靠性，當電廠的結構、系統與組件通過測試後，即可確認龍門電廠是符合設計目標並且能在假設的意外情況中，發揮預期的效果。而這些測試最終的目的，是確認龍門電廠足以安全運轉，並提供可靠穩定的電力，享受核能發電的好處與經濟效益。（本文作者為台灣電力公司核能工程師）

# 龍門核電廠建廠管制報導

文・編輯室

12月6日原能會函復台電公司102年10月17日「龍門電廠數位儀控系統（DCIS）整體測試討論會會議結論」的審查意見。本案經書面審查後，要求台電公司備齊相關議題後續處理方案並來會說明。另有關DRS網路卡EPROM更換後衍生VDU畫面數據異常及設備無法順利啟動等問題，也要求台電公司於下次會議中一併提出說明。

12月10日原能會函復台電公司對注改AN-LM-100-006改善情形的審查意見。本案是有關龍門電廠運轉前（PSI）反應爐內部組件的目視檢查，以審查廠製及安裝檢測紀錄取代現場實際檢測執行的方式，經原能會審查同意台電公司龍門電廠爐內組件PSI檢測作業方式；台電公司仍應執行其內部審查核定作業並送經ANII審查接受外，營運後若發現有任何指示均將視為營運期間所造成。

原能會於12月23-27日執行龍門計畫第53次定期視察，本次視察項目為龍門電廠1號機完工後現場履勘作業執行現況查證、改正行動方案、維護法規執行現況查證。

12月2日原能會函復台電公司提送龍門電廠1號機反應爐初次裝填核子燃料申請相關管制事項的審查意見，本次台電公司僅提出「興建期間之檢查改善結果清單」，且提報內容過於簡化，未能提出詳細分類的清單，如擬定各廠房、系統、工程的檢查改善結果報告的範圍，以建構報告內容。要求台電公司應確實依時程提出相關報告和內容，以免原能會無法配合執行相關現場查證與報告審查等管制作業執行，而影響燃料裝填申請時程的審查作業。

台電公司12月函報「龍門核能電廠1號機燃料裝填前應完成事項辦理事項」辦理情形（12月無新增項目，目前仍維持19大項、75小項），本月序號22申請結案（設備維護性及可運轉性），目前仍審查中。因此已結案者仍為34小項（11月已結案者為34小項），相關進度並已上網。

台電公司龍門電廠1號機燃料裝填前須提送原能會187份系統功能試驗報告，依據新格式已提送82份（其中4份不執行再驗證）及20份再驗證報告，原能會已審查完成87份（發函回復意見），同意9份（不須再驗證2份，再驗證7份）。

## 6 位旅美核工專家為台灣競爭力把脈

# 核電與台灣競爭力論壇

文・編輯室

心繫台灣核能安全與國家競爭力的6位旅美核工專家於102年12月27日返台，參加中華民國核能學會與台電公司舉辦的「核電與台灣競爭力」論壇。專家群於會前赴核四廠訪勘，他們根據在美國核能界的資深經驗指出，台灣核電廠安全設計遵守美國規範，與日本福島電廠不同，安全防護強化後更符合國際核安標準。美國在本土發生三哩島事件與日本福島事件後，該國核能管制委員會近期還批准國內7成5的核能機組可延役20年運轉，背後的意義值得國人深入思考。

為促進國人瞭解核安知識及核電價值，美華核能協會會長江仁台博士特別邀集核工專家群來台舉辦論壇，包括曾參與三哩島事故善後工程的濮勵志博士，曾參與美、中核反應爐設計顧問工作的郝思雄博士、專長於嚴重事故分析與現場應變處理的趙嘉崇博士、前美國能源部核安檢查組組長程育甫博士，以及曾參與雅卡山核廢料場計畫的許澄滄博士，眾專家提供30幾年的核能產業經驗與國際視野，供國人參考。

專家群指出，日本福島事件讓全球反思核電安全，卻也促進核電廠安全防護的提升。台灣核電廠不僅營運績效排名世界前列，已經強化的安全防護也與國際標準同步，斷然處置措施的建置更可有效避免類似福島核災的人禍再發生。專家群並強調，美國核管會已經核准其國內大部分的機組延役運轉，是深思過核電安全與國家競爭力的重要選擇，呼籲國人理性面對，重新思考核電帶給台灣的價值。

以下是專家群於論壇中報告的摘要內容，詳細簡報內容請上網：http://www.nicenter.org.tw/modules/eguide/event.php?eid=19




▲心繫台灣核安與競爭力的 6 位旅美博士抵台參加「核電與台灣競爭力」論壇

# 核電是確保台灣競爭力之重要選項

**中華民國核能學會理事長 潘欽**

我國有將近98%的能源是由國外進口，而核能的能量密度高，燃料運貯方便，可以視為準自產能源。核電提供全國約18%的穩定、經濟且不會直接排放二氧化碳的電力，對於我國的競爭力非常重要。

我國的工商業競爭力有極大的部分是立基於穩定且便宜的電力。102年8月20日經濟日報刊載中鋼董事長鄒若齊對核電的看法。鄒董事長說明：根據鋼鐵公會委託專業評估試算的結論，如果核一、二、三廠不延役且龍門電廠不商轉，整體鋼鐵業成本到2026年將每年增加125億至150億；即使龍門電廠商轉，而核一、二、三廠不延役，到2026年，鋼鐵業的成本也將每年增加77億至100億元。這些成本對於目前全球微利的鋼鐵業界是沉重的負擔，進而可能影響從業人員及其家屬約100萬人。

其實，除了鋼鐵業之外，其他行業恐怕也將面臨不同程度的挑戰。尤其我國資訊產業的主要競爭對手韓國，其與我國一樣缺少能源資源，卻積極發展核電。該國目前有12部機組運轉中，提供全國約30%的電力，更有5部機組在建造之中，預計到2035年，核電的占比將達60%。目前，我國於國際經濟貿易發展上，已極為吃力地在與韓國競爭，倘若我們仍不積極面對此一挑戰，到2035年時，恐將難望其項背。

再者，全球因溫室效應導致氣候變遷，也很可能限制二氧化碳的排放。根據台灣電力公司的分析，如果仍不合理擴增



▲旅美資深核工專家呼籲重新思考核電帶給台灣的價值

核電機組，電力部分是不可能達到原設定的減碳目標。屆時，我國利用高排放係數的能源所生產的物品不能為他國所接受，其挑戰將更為艱鉅。我國競爭力的後盾將為何呢？值得我們深思。

身為台灣的一份子，我們絕對支持全力發展再生能源，提高自產能源的比例。然而，再生能源，如風力與太陽能之間歇的特性，與我國孤立電力系統等事實，也是我們不能視而不見的。因此，核電對於我國競爭力的提升，甚至是維繫，實是不可或缺的重要選項。

但是，沒有核安就沒有核電。今天很榮幸邀請到旅美的華裔能源專家回國參加核電與台灣競爭力論壇，期盼各位專家所提建言，能讓國內核電廠在現有優良的安全與運轉績效之上，再精益求精，進一步提昇核電廠的安全。用核安的數據與績效讓民眾心安。另外一方面，也藉此讓社會大眾了解核電。

# 核電的安全與效益

江仁台博士

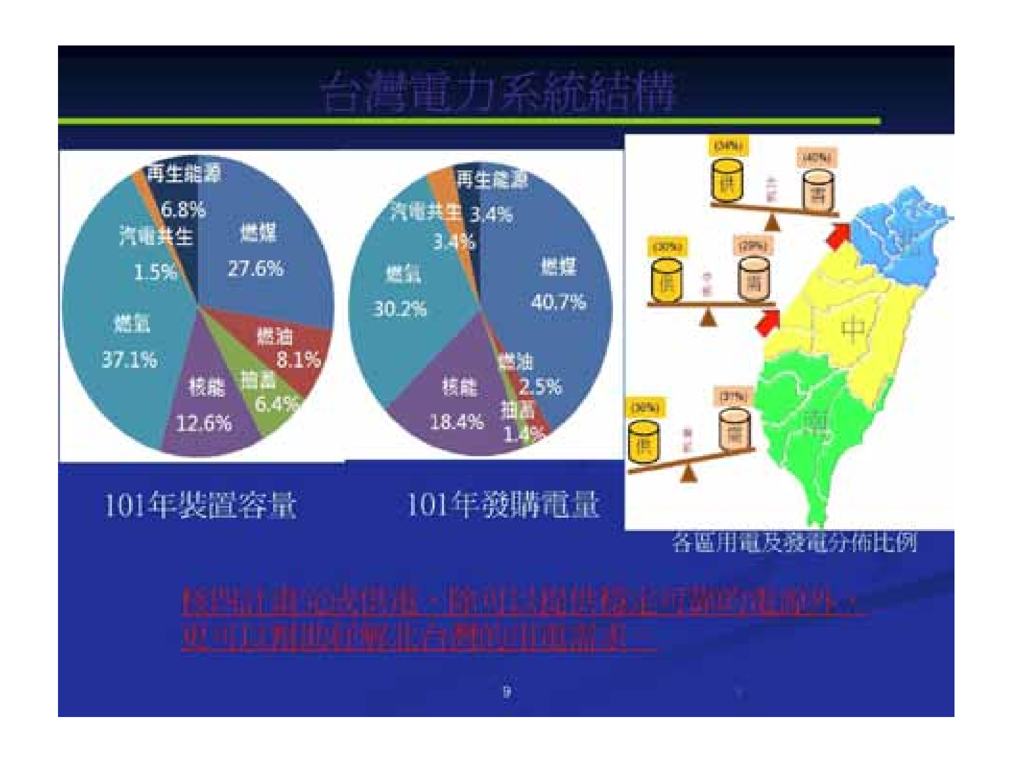
核電的安全是可以控制的，核廢料是可以處理的，核電的發電成本是最便宜和穩定的，核電不會排放二氧化碳。人體對微量輻射線的傷害，有抵抗和修補的能力。人體外放射源造成的低輻射劑量，對人體不但無害，對抵抗癌症還可能有益。

台灣已經商轉的核一、核二、核三3座核電廠，商轉的安全紀錄良好。當年，核一、核二、核三都是台灣成功的大建設，30多年來，3座核電廠所發的廉價電力，對促進台灣的經濟發展貢獻良多。

龍門（核四）採用進步型沸水式反應爐的安全功能包括：

1.反應爐提高了爐內泵的性能，同時省略了大型外循環泵。2.全數位化反應爐的保護系統，確保高水準的可靠性和簡化了安全檢測和應變能力。3.全數位化反應爐控制系統使得控制室可容易的、更快速的控制電廠的營運和流程。4.改進緊急爐心冷卻系統，提供了對預防事故發生非常高水準的保障。

萬一發生嚴重事故，反應爐將立即停機。衰變熱將被餘熱移除系統排出，緊急爐心冷卻系統將啟動。萬一電廠停電，進步型沸水式反應爐可完全自動化解沒有冷卻水的事故，而且運轉員可以3天不需操作。3天後，運轉員必須及時補充緊急冷卻系統供水。這些改進使反應爐明顯



的比以前更安全。GE公司的安全度評估（PRA）顯示，爐心損壞事件發生的或然率不超過600萬年1次，進步型沸水式反應爐爐心損壞機率為1.6×10$^{-7}$。

龍門（核四）進步型沸水式反應爐的優點包括：1.龍門進步型沸水式反應爐比金山沸水四式反應爐和國聖沸水六式反應爐更安全。2.龍門進步型沸水式反應爐的發電功率（1,350百萬瓦）比國聖沸水六式反應爐發電功率（985百萬瓦）與金山沸水四式反應爐（636百萬瓦）能提供更充裕的電力供應。3.滿足台灣北部的高電力需求。

美國在三哩島事故後，初期民間反核聲浪很高，但經核管會、能源部、美國核能學會與核電工業界30多年共同努力下，核能安全大幅改善，民間反核聲浪漸平息。即使在最近發生福島嚴重事故後，美國核電廠運作一切如常。核電廠提昇功率及延役的成本很低；在美國能源部、國會及總統的支持下，核管會核准核電廠提昇功率及延役，是促進美國經濟持續成長，造福美國大眾的德政。

受「非核家園」思維的影響，台灣目前核一、核二和核三廠所有的6部機組，計畫在運轉發電40年後，全部不再延役。技術上，各機組延役20年的商業運轉毫無問題。不再延役，完全是為了達成「非核家園」的政治決策。若延役20年以6部機組平均每年發400億度電估計，可以替台灣額外創造至少2兆新台幣的利益。

我國進行原子科學研究，培養核能專業人才，開始得很早。清華大學梅貽琦校長，於1956年成立原子科學研究所，繼任的陳可忠校長，於1964年成立大學部核子工程學系。50多年來，清華大學原科所與核工系所，造就了許多傑出的核工專才，對台灣的核能發電及其他和平用途，貢獻良多。

龍門進步型沸水式反應爐的安全功能

- 反應爐提高了爐內泵的性能，同時省略了大型外循環泵。
- 全數位化反應爐的保護系統，確保高水準的可靠性和簡化了安全檢測和應變能力。
- 全數位化反應爐控制系統使得控制室可容易的，更快速的控制電廠的營運和流程。
- 改進緊急爐心冷卻系統，提供了對預防事故發生一個非常高水準的保障。

火力發電燃料成本高，並會大量排放二氧化碳，造成空氣污染與地球溫室效應。水力發電成本雖低，但有局限性。太陽能發電、風力發電和再生能源，也有局限性，無法大規模的發電。就核電安全、經濟發展和環保減碳三方面綜合考量，台灣的核電政策，在加強核電安全管制的原則下，宜參照美國的能源與環保多元化，理智而且負責的維持適度的核能發電。將國家的核電政策的目標，由「非核家園」改為「知核家園」，讓龍門核電廠早日商轉，並將核一、核二和核三廠延壽20年的商轉，以提高台灣的競爭力。

# 核電和台灣競爭力

**濮勵志博士**

日本福島事故後已快3年。我們早在八零年代初期，與台電、原能會和清華大學共同開發的個人電腦分析程式，在第一時間10天內，做「刑事偵察」式分析。這是核能界史上第一次，在喪失廠外電源完全沒有數據情況下，用電腦分析成功還原事故過程及後果。立即獲日本當局、國際原子能總署（IAEA）和美國能源部重視。紐約時報在4月3日星期日版報導，並正式刊登於英國國際核能（Nuclear Engineering International）期刊7月號版。一年後所有官方用RELAP5，MAAP及MELCOR程式分析報告出爐，結論基本一致，這也是普世恢復核電廠興建的基礎。

清華大學核工研究所用台電BWR4模式，完成驗證核一廠在類似地震海嘯情況下，經補強後保證洩壓注水無虞，已向原能會報告。其後台電、核研所和清華共同完成的核一、二、三廠「斷然處置」論文、發表於核能與設計（Nuclear Engineering & Design）期刊。興建中的核四已有山坡生水

國家形象

IMAGE IS EVERYTHING

- 超級巨強－美國 "US Super Power"
- 德國工藝 "German Technology"
- 瑞士精密 "Swiss Precision"
- 日本質量 "Japanese Quality"
- 韓國衝勁 "Korean Momentum"
- 新加坡效率 "Singapore Efficiency"

台灣停建廢核後？

-空轉專家 IDLING EXPERT ？一事無成 ACHIEVE NOTHING？

失敗 台灣 LOSER TAIWAN? 無能台灣 NO ENERGY TAIWAN？

競爭力全失,淪落入第三世界，成國際笑柄。

池和新加備用電源等裝置，並將建海嘯牆，因此福島事故狀況是不可能再發生的。照理台灣核安水準及反應，遠遠領先世界水平，反對者卻仍用福島藉口，不僅要核四停工，甚至全面廢核。

有人曲解「斷然處置」，信誓旦旦「沒有核安、就不予商轉」，「必要時廢廠在所不惜」，其負面效果、莫此為甚。其實所謂斷然處置，早在八零年代初從三哩島事故的教訓中，已規畫入緊急洩壓或「沖洩法」（Bleed and Feed）冷卻程序。反應爐洩壓後便於預儲生水注入，不須像福島用海水冷卻而造成鹽滷累積，事後反應爐無損，更不須廢廠。我公司在2005年為美國紐約州金納（Ginna）電廠做的「緊急沖洩法分析」，證實該廠可提升功率17.5%，仍安全無慮。經統包西屋公司陳報核管會批准，延役20年。我曾任職的三哩島1號機也延役20年，至今該廠運轉良好，絕無「非核家園」論調。

奉勸主事者、無分黨派都實事求是，如今朝野高層都曾親手批准過復工預算，再次停工以至追求「非核家園」，將把台灣領向刀耕火種的原始社會。晏子曰：「為者常成、行者常至」，認真把檢查測試做好、做完，別無限期延宕，成功商轉後一切都將塵埃落定，猶疑不前者終將一事無成。

# 世界經濟強國能源策略的走向

**郝思雄博士**

資源的控制與科技的掌握，是影響一

美國

- 近幾年來，由於新的採油技術的出現，美國的天然氣和石油產量暴增，來自油頁岩的石油也日益增加。廉價的天然氣，甚至已經導致幾個運營不經濟的核電廠關閉。
- 但美國仍然加速小型核反應爐電廠的開發與設計，並且已開始準備建造，第一台小型核電廠預計在2024-25年開始商業運行，未來大量建造小型核電廠的地點主要是在逐一關閉的火力發電廠的原址，看來對氣候變暖的擔心,勝過了對核輻射的考量!

個國家或民族發展走向的兩大關鍵因素。而在兩者之間，對台灣來說，天然資源的控制，遠遠比科技的掌握要來得複雜與困難。 因為台灣地小人稠，大部分的天然資源都極為有限，其中最重要的能源資源更是貧乏。因此，加上地緣政治的因素，能源的供應，自然成了決定台灣經濟前途的幾個重大關鍵之一。

從1970年代的「寂靜的春天（Silent Spring）」開始，環保意識逐漸高漲，世界各地反核聲浪也逐漸明顯。經過美國三哩島事故、前蘇聯車諾比核電廠嚴重核子事故所引起的核輻射災害，更是給了核能發電極大的震撼和打擊。但是，20多年來，經過對各種其他能源使用的可行性與經濟性的分析與嘗試後，世界上的各個經濟強國始終沒有辦法得到一個結論，是可以摒除核能發電這個選項的，包括德國在內。

美國目前加速小型核反應爐電廠的設計，並且已開始準備建造，第一台小型核電廠預計在2024-25年開始商業運行。未來大量建造小型核電廠的地點，主要是在逐一關閉的火力發電廠的原址。看來對氣候變暖的擔心，勝過了對核放射的考量！

英國政府於102年10月已決定在辛克利點（Hinkley Point）建造一座1,650百萬瓦電的核電廠，目前還在為下一個大型核電廠做招標的準備。英國是打算將新建的、更安全的核電廠，取代一些舊的、氣冷式的核電廠，和現有的一些燃煤電廠。

法國仍然保持全國大約75%的電源來自核電的比例。

日本在福島核電廠意外事故後，經過兩年多的掙扎，他們還是意識到，日本是不能沒有核電的。所以無核家園不會在日本出現。

德國表面上是決定了非核家園的政策，但在此政策的背後，有著很多奧妙：德國位在法國邊上，他們可以從法國和鄰國輸入本身不足的用電量（許多來自核電廠）。由於政治上的一些原因，他們受到俄國的特別照顧，他們從俄國輸入的燃油和天然氣，供應穩定且低於俄國給其他歐

臺灣未來的能源選項

- 臺灣若要維持經濟活力和競爭力，是不可能有"放棄核電"這個選項的奢望的，不管是喜歡核電還是痛恨核電。太陽能、風能、地熱電廠、生物能源等各類再生能源，實際應用上各有它們的先天限制，在日常的能量(或電量)供應上，由於始終無法達到量產和穩定供應的基本要求（更不談如何解決電量儲存的問題），最勉強只能做到"輔助能源"的角色。
- 美國新開發的小型核電廠，可以徹底解決臺灣民眾對高放射性核廢料（Spent Fuel）存放的顧慮。

洲國家的價格。這些都讓德國的非核家園政策，顯得虛偽。

其他的國家與地區，如俄國、中國大陸、南韓，也都在大力發展核電。

台灣若要維持經濟活力和競爭力，是不可能有「放棄核電」的這個選項的奢望，不管是喜歡核電，還是痛恨核電。太陽能、風能、地熱電廠、生物能源等各類再生能源，實際應用上各有它們的先天限制；在日常的能量（或電量）供應上，由於始終無法達到量產和穩定供應的基本要求，最勉強只能做到「輔助能源」的角色。「無核家園」可能只是一種「烏托邦式」的理想。美國有的是充分的各種天然能源（石油、天然氣、油頁岩、地熱、廣大的沙漠／礫漠──可用於太陽能發電及風電、漫長的海岸線──用於風電），但他們仍然採取核電廠延壽的措施，繼續蓋新的核電廠，更在開發小型核電廠取代火力電廠。美國和英、法、日等經濟強國，他們知道沒有免費的午餐。權衡輕重利弊之後，他們肯定了核能在他們「求生存、求發展」的政策裡，是一個無法被避開的必要選項。

## 記取三大核子事故的教訓與其對核能安全之正面意義

**趙嘉崇博士**

1979年的三哩島事件發生的原因，是因為該廠2號機的設計並非至美至善，在一次例行操作中，一個釋壓閥門為釋壓打開後無法關上，造成失壓、失水，由於操作員未能及時掌握全部狀況，而任其失水2個多小時，導致爐心半熔。幸好數小時後，一切皆及時發現，而未釀成巨災。由於核心的壓力容器仍保持完整，電力公司費時10年把熔毀的爐心移走，重整與清理後，該廠2號機已達到美國核管會要求的清潔標準。

美國核管會在此後，花20多年不斷要求運轉員加強訓練，加強爐心失水狀態的判斷，避免類似事件再度發生。同時研發分析軟體和執行模擬試驗與現場試驗，以確保冷卻管路自然循環條件的產生與持續。並要求所有電廠修改運轉程序書，務必使核能電廠安全達到完美境界。

蘇俄車諾比核電廠本身是RBMK型，基本上是不安全的設計。與西方的PWR與BWR的以絕對安全設計為出發點，完全截然不同。1986年4月，該電廠為了做一系列安全設備的試驗，因為初期試驗失敗，為了急於邀功、求表現，以求早日完成任務，刻意把能量提高再做試驗，而忽略此舉會使核心物理狀態的不穩定性更為惡化。由於此類電廠設計的安全係數難以被西方國家接受，所以這類情況不會存在於西方國家的核電廠中。一般操作都有加強的安全設備。但車諾比核電廠為達試驗目的，這些設備多遭解除。由於試驗不合理的要求，使爐心物理狀態在極不穩定的情況下，操作員欲快速關機的動作，引發該機組在瞬間功率高達額定輸出的100倍，冷卻水大量蒸發，導致蒸汽爆炸而摧毀了

重約1千公噸的反應爐頂蓋，由於這些俄製電廠沒有建造圍阻體，部分爐心炸至空中，也散在廠邊四周。

事後所有RBMK電廠全部關閉，美國政府積極參與俄製核電廠的安全規範的提升、安全設備的增加與圍阻體的增建。同時一批核燃料因為略俱有些微的相似不穩定性，也不再允許使用，使之完全從市場撤除。

福島核電廠被海嘯損害了安全設備，引起核子事故，主要原因是運轉員在第一時間沒有引進海水用以冷卻爐心。運轉員與電廠工程師沒有採取這項措施，是因為日本核電業界大部分不瞭解核電大事故的嚴重性，而缺乏此項應變的能力。

福島事故中核電廠未因地震造成損害，而是因海嘯引起災害。但是海嘯對核電廠安全而言，並非防範的直接目標，而是間接目標。核電廠要免於整廠全黑（Station Blackout），才是真正防範目標。海嘯、颱風、土石流和火山活動，都可能引發整廠全黑。然而，仍有少數日本核電廠對核安加倍重視，做出防範整廠全黑的準備。譬如，引發福島核災的超級海嘯，同時也衝擊了位置在福島附近的同一類型的女川核電廠（日本東北電力公司）。即使面對同一超級海嘯的女川核電廠，卻安然無恙。

台電的「斷然處置」措施，是針對福島事故緊急處理程序不當的教訓，而能解決類似危險所造成的威脅。此一措施，是多年對嚴重事故瞭解探討而得以研發成形，其效益與推廣性可適用全世界核電廠。

2001年3月，發生於台電核三廠的成功防範電廠全黑事件，是世界核電安全史上著名的成功範例，與女川核廠安全解除超級海嘯危機，有並駕齊驅的重要性與指標性。

# 福島核子事故的啟示

**程育甫博士**

2011年3月11日，日本東部大地震發生，這是有史以來全日本最大的地震，地震是芮氏規模9.0，之後引起的海嘯造成了嚴重的福島核子事故。放射物質大量外洩，大片土地及附近海域受到污染。該事故給日本人民帶來恐慌，台灣民眾也人心惶惶。

台灣目前有3個核電廠在商轉中，第4個核電廠在施工中。每一個廠都有2部機組，核四廠已接近完工測試階段。福島事故已經引起許多台灣人傾向反對核電，這種反核的情緒，是出自於對核子事故帶來的恐懼。他們訴求停建核四廠，要求商轉中的核一、核二、核三廠不延役。希望把台灣變成

美國，韓國，中國大陸的核能走向

- 美國繼續發展核能。這兩年有新的核能電廠開始施工建造。
- 韓國計劃大規模發展核能。為了減碳。
- 中國大陸空氣污染的程度非常嚴重，解決這個問題沒有別的選項，已經開始大力發展核能。
- 減碳是全世界未來的重要核心價值。目前看來核能是唯一的選項。

不要小看" 斷然處置"

- 它彌補了老電廠設計上的缺陷，減低了對硬體的依賴。
- 簡化了操作人員遇到緊急事故時的必要行動。
- 大幅增加了操作員行動的空間。
- 簡化了緊急狀況廠外支援應變的細節。
- 對核電廠硬體軟體的修改不多。容易辦到。對安全的增加非常顯著。投資效益比非常高。
- 很清楚又適當的授權給操作人員，減少了高級領導人的負擔，去掉了執行廢廠行動時責任上模糊的空間。
- 真正大幅增加了民眾的安全。是非常了不起的改進。在這裡我們應該對台電的專家們致敬。

一個「非核家園」，徹底防止核子事故在台灣發生的可能性。當然這是一種能夠防止核子事故在台灣發生的方法，問題是要付出什麼代價？

反對的民眾在訴求放棄核電之前，實在有必要去了解一下福島核子事故的真相，去了解廢核對台灣經濟及競爭力的影響。反對的民眾不應該失去理智，被恐懼的情緒牽引，不顧一切，做出錯誤的決定。

日本下議院在核子事故之後組織了一個專家團隊，授權他們用6個月的時間，詳細調查福島事故的起因，將結果公諸大眾，給全國人民一個完整的交代。這個團隊訪問了許多相關人物，包括核電廠工作人員、政府官員，上到首相，下到福島附近的居民，做了筆錄，經過詳細分析整理，寫出一份相當完整的報告。

報告裡清楚指明，事故的起因不是地震，也不是海嘯，不是天災，完全是人為的失誤造成的。他們進一步說明，核子事故的原因是日本的核電廠沒有跟上世界潮流，沒有持續對核電廠做安全方面的改進。也就是說如果福島電廠一直都有遵守國際間對核能安全陸續制訂的新規定，福島就能輕易的逃過一劫，不會發生如此嚴重的核子事故。他們沒有粉飾遮掩真相，以赤裸的語氣寫下真實問題的癥結。報告裡指出：「我們的問題是：對上級盲目的服從，對長官從不質疑，做事固守成規，團隊精神至上，跳不出一個島國人的心態」，這是多麼沉重的自責啊！

原來東京電力公司，多年來不理會日本管制單位的建議，不願意依照美國核管會及國際原子能總署陸續訂立的新規定，去加強核電廠的安全設備。日本其他電力公司也群起仿效，3、40年來都不理會這些寶貴的新規定。日本政府高層領導顯然給予默許，造成管制單位的失職，沒有發揮有效管制的功能。這是福島事故背後的真相，如此形同虛設的管制與沒有管制差別不大，處於自欺欺人的狀態，持續了幾十年，日本人民為福島事故付出了慘痛的代價。

福島事故後，日本所有核電廠都被勒



令停機，全國電力供應立刻出現大缺口，於是開始輪流限電。同時大量建造燒天然氣的發電設備，進口天然氣為替代能源。原本對外貿易小額順差，立即變成大額逆差。兩年半來，逆差的情況越來越嚴重，到102年10月為止，天然氣的進口累積已經超過1,800億美元。預期事故3周年紀念時，會累積到2,200億美元。1,800億美元可以買18個核四廠，2,200億元可以付清全部日本50個原子爐的貸款，由此可見核能替代能源的昂貴。

台灣跟日本有許多相似之處，都是島國，都常有像地震、颱風的天災。島國的電力系統遇到天災時是非常脆弱的，因為不會有外來的援助，必需自力更生。兩國都是經濟上靠對外貿易謀生，電力的供應直接影響經濟的發展。

日本福島事故後的電力供應情況是最值得台灣研討借鏡的例子。如果台灣走向「非核家園」的道路，日本現在的困境就是無核台灣的未來。

近年來國際趨勢仍是持續發展核能應用。美國有新的核電廠開始施工，韓國在大規模發展核電，中國大陸空氣污染問題嚴重，也在大力發展核能。解決全球暖化目前只有一個選項，就是利用核能。台灣未來的競爭力也需要有核能，如果有別的更好的選項，不會到今天還沒被人發現。

核能安全要靠政府有效的管制，從過去的事故中吸取教訓，制訂新法規，強制已經商轉的電廠持續改進安全設備，是保證核能安全的最佳途徑。福島事故的教訓，驗證了這個信念。

台灣已經商轉的核電廠，商轉的安全紀錄良好。核四廠必需通過嚴格的測試，原能會才會核發商轉執照。一切照規定辦理，不允許取巧走捷徑，民眾才能安心使用核電。

# 核安是核電文化的核心

許澄滄博士

核電與台灣的競爭力有密切的關係，台灣缺乏天然資源，尤其能源必須仰賴進口，採取多元化的能源政策，才能確保能源的供應不斷。核能是近代人類的一大發明，不但取之不盡，用之不竭，而且不會污染空氣，也不會使地球增溫。

核電的價格很穩定，而且又便宜，對於經濟發展以及科技提升都很有幫助。但是核電廠如果出事，它的影響深遠，洩漏的輻射會污染空氣和水源，如何確保核電廠的安全性變成非常重要的課題。

自從美國第一個商業核電廠於1958年開始運轉，經過1979年的三哩島核電事故，整個核能業界不斷改進安全措施，安全紀錄已經大為提升。所謂核能文化就是強調安全的文化，這是核能公司全體員工，一致認同的核心價值和行事準繩，以此確定人員以及環境的保護。核安文化包含下列準則：

1.員工聘僱：公司的素質取決於員工的人品和學歷經驗，聘僱前的學歷經驗要查證。接到聘書要先去驗尿，確定沒有吸毒。

# 核四陰霾終將雨過天青
## 參加「核電與台灣競爭力論壇」後記

文．濮勵志

去年底我們一行 6 位「美華核協」同仁，返台參加核能學會和台電主辦的「核電與台灣競爭力論壇」。先赴龍門工地參觀，見廠房機組齊整，管線有序，新添備用緊急發電機、電瓶、儲水箱等早已安裝妥當，整個下午與台電核能副總經理、專業總工程師、核四廠長、核安、核技、核發、維修、品管各單位代表開會，得知數百項安全檢查，己完成大半，主要測試剩下兩項，即整體洩漏測試（ILRT）及無外電源時失水試驗（LOOP ／ LOCA）。所有員工信心滿滿，預計今年 6 月 30 日前完成。經原能會批准後，1 號機即可裝填燃料，啟動抽棒臨界試車，逐步走向滿功率商轉。

在我們成員陸續在自己專長領域作深度學術報告之後，最後綜合討論，現場提問應答，都能針對關心議題實事求是。有人提問擔心數位控制系統，經台電答覆，除抽棒臨界測試須填充燃料後方可執行外，其餘各系統已經測試多次，運作良好，尤其是最重要的緊急柴油發電機啟動，都第一次就成功，又反覆測試多次。別忘了我們台灣是數控大國，90 年代以後各類電子、石化、高鐵等大型項目都採用數控，已有成熟經驗，並非第一次嘗試。

另一問 2003 年停工復工，管線混淆，如何保證安全？經歐陽敏盛主席親答，那時現場為土木地基工程，沒有管線，他時任原能會主委，查到反應爐基座，當時中船未按規定焊接，勒令停工，全部重焊，所以復工不影響品質。又有問到核能既能減碳，為何不多建取代火力廠？台上回答

職前訓練，上班期間不斷加強，尤其在品格操守方面更是耳提面命，嚴格禁止吸毒、酗酒、偷竊、盜版、歧視、侮辱、賄賂、偷工減料、股票內線交易…等等，以及其他違法行為。

2.品質管制與保證：自從日本車打入美國市場起，品管部門逐漸得到應有的認識與器重。尤其核能工業的安危，直接影響大眾健康以及環境污染，因此特別注重品質管制與保證，不但規章嚴格，而且執行審慎，深具權威。

3.程序書：包羅萬象，是所有行事的準則，舉凡設計、分析、計算、審核、施工、採購、組合、檢驗、測試、運轉、維修，都有詳細的說明步驟。

4.設施配置管理：在整個電廠運轉週期，致力於保管更新所有設計資料，以及安全信息。對於電廠維修的永久性或暫時性措施，若有影響運轉安全，必需提供確切的功能保證。特別要注重正式文件的管理，對於結構設施、系統和組件的設計，要求持續性的維護。

5.使用於科學分析或是工程計算的電腦程式，包括其硬體和軟體都要嚴格管理，以

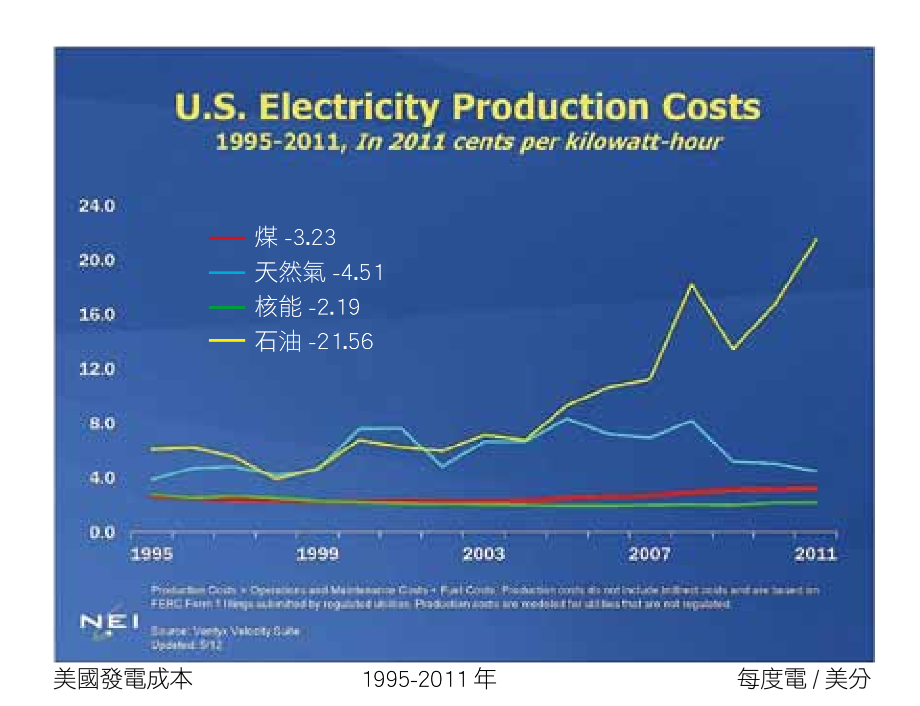
先保住核四再從長計議。討論熱烈幾欲罷不能，延長 1 小時許方圓滿結束。值得一提的是主辦當局曾邀請知名反核團體，竟無一到場，也無人抗爭。

等到核四所有安檢測試完工，申請裝填燃料時，必然遭遇反對勢力阻撓，用立法院程序杯葛，就像新車不准加油一樣。其目的不過是無限期延宕商轉，不讓完工發電被認作執政黨政績，完全無視每一天發電就省下數千萬燃煤或天然氣錢，置國計民生於不顧。

若最後臨門一腳的預算被卡死，不妨試試創造性的公債或發新股，以將來電費收入作抵押，不必陷在立法院公投案的泥沼裏。總之辦法是人想出來的，別劃地為牢永不脫困。

那些反對人士，等哪天拿到政權，他們真會廢掉萬般就緒的核四，和春秋鼎盛的一、二、三廠嗎？真的會遣散數千核能專業員工，和數萬上下游從業員嗎？何不前人種樹後人乘涼，風風光光去按鈕剪彩？風能和太陽能頂多達八九趴，何不順應時勢體諒民情？前朝執政的 8 年中，有 7 年半曾批准核四預算，何不把功勞也拉到自己身上？我們到底只有一個台灣。

奉勸社會大眾和被嚇壞的媽媽，免驚免驚。清華核工系改名好多年了，將來恐後繼無人，宜恢復招收優秀學子，一般青年也多讀點數理化，睜大眼睛看清世界形勢。這社會本來就是多元的，經濟命脈的能源更是多元的，有自己的能力和判斷，大家調和適應，如此而已。



美國發電成本　1995-2011 年　每度電 / 美分

確保其精準度並且能重新複製的結果。

6.文件資料管理：所有的設計、分析、計算、審核、各種工程圖、邏輯圖、施工圖、通訊文件、公文，幾乎所有文件都要正確妥善管制。

7.改正行動方案：將所有的錯誤經驗記錄下來，以確保安全問題的及時和有效改正，並防止其再次發生。要建立相關程序，有正式的流程管理，要求工作人員必須遵循，以確保安全問題能夠及時識別、報告、記錄、追蹤、趨勢、意義並評估因果因素。

8.核安意識的工作環境：鼓勵員工提出任何有關安全的質疑，或遇到危險馬上停工，保證不會因而受到報復，引起歧視，影響考績或是解雇。員工有多種管道提出疑問，包括向直屬上司，或是越級上報，或是直接報告管制機關。書面或口頭報告或是上網，並且保密。這是核安文化很重要的一環，而且是公司的核心價值觀。

9.教訓的吸取：1979年的三哩島核電事故，促成核能運轉協會（INPO）的創建。

為了達成最高水準的安全性和可靠性，並協助商用核電廠的運作精益求精。這個組織專門協助電廠培訓和認證，系統、設備、方案和程序的評估，並且檢討任何重大事故，經由資訊交流和出版刊物，溝通整個核電產業的經驗教訓。

核能安全是全球性的目標，核電廠的設計與運轉將愈臻完善。如果捨棄核能，有限的化石能源終有用盡的一天。

# 德國是瘋了，還是純粹愚蠢？

譯 ・Gaga Sarah

海嘯侵襲摧毀日本福島第一核電廠後，德國很快地關閉8座核電廠，並已計畫將核能發電完全移除。儘管核能發電在德國比起任何工業有最好的安全紀錄，以及核能供給德國工業所扮演重要的角色，但德國過去大海嘯的經驗太可怕以致於無法忽略。德國強大經濟與承諾保護環境對總理梅克爾而言，只要付小錢即可讓自由民主黨支持她弱勢的內閣。或許將來她可以尋求希臘的幫助。

但是不必擔心。德國將建造約25個乾淨的燃煤電廠來彌補關閉核電廠的空缺，並展示出德國顯然「無法負擔的昂貴及不可靠的」再生能源投資組合。德國綠黨現在可以慶祝位於科隆（Cologne）附近2,200百萬瓦燃煤發電廠的開幕，它開始排放每年1,300萬噸相對乾淨的二氧化碳及其他髒東西，在相同電力輸出之下，已經低於那些每年排放1,500萬噸的老舊骯髒燃煤電廠。

我們通常認為德國人是很理性的，但這燃煤電廠2012年將排放比所有核電廠運轉20年總和還要多出100萬倍的碳，而且運轉任一燃煤電廠的花費將比核電廠多兩倍以上。德國現今的策略將毫無疑問地無法讓他們減少排碳量，無法接近到2020年減碳40%的目標。除非德國人放棄生活方式中美好的部分，並變成瘋狂地有效率，否則到2020年他們很有可能完全無法減少排碳量。

但是聯邦政府新環境部部長阿特麥爾（Peter Altmaier）在討論有關新燃煤電廠時顯得很興奮。他說，新電廠是一個給人深刻印象的例子，現今燃煤與燃氣電廠效率的高水平不但幫助減少碳排放，而且對於能源工業成功轉型有傑出貢獻。

哇！燃煤電廠真的很有彈性，它高

達43%的效率可能是真的，比舊電廠多10%。它的功率可以在幾分鐘內突升突降，以彌補再生能源供電時斷時續的不穩定性。它是燃燒所有煤礦中「最乾淨」的褐煤，同時也是德國所盛產。約34億美金，這真是太便宜了。

對德國工業而言，它來得正及時。感謝再生能源條例與關閉所有核電廠，德國的能源花費遽增，並迫使德國製造業破產或往國外發展。

再生能源條例很簡單：長達約10年的保證高價收購再生能源所發的電。業主必須將再生能源所發出的電併入電網，其順序在所有其他能源之前，且必須以高於市場價格購買，其中價差每個月底由一般民眾買單。

## 哪裡會出問題？

電力花費將比預期暴增，因為德國將再生能源計畫整合至需要實行其計畫的大型基礎建設發展宣告失敗。電網無法掌握再生能源所發出的電，傳輸系統不在那邊，電力中斷及部分停電使國家能源穩定性大亂。短期內消費者將付更多錢來應付這些問題。

沒有人會想到德國在沒有任何理由與後備方案之下，會這麼瘋狂的關閉所有核電廠，而且核電是歐洲最便宜的能源。實際上德國的核能發電是實現再生能源條例唯一經濟的方法，當新混合過渡期成熟時，甚至可以將核能提早逐步淘汰。它們仍然可以相對地、快速地與便宜地重新啟動。

但最好要快，因為所有德國工業與製造業，例如鋼鐵業、製鋁業、造紙業、水泥業、塑膠業與化工業等，當能源與碳的費用占它們的花費高達50%，這些工業準備外移到其他電費較便宜的國家。在德國幾乎每5家工業公司就有1家計畫或已經將產能外移。

德國最大的鋼鐵製造公司蒂森克魯伯（ThyssenKrupp）因高價電費，預計將資遣5,000名員工，近期已經將它的不鏽鋼製造廠克雷費爾德（Krfeld）賣給競爭對手芬蘭，此舉摧毀了萊茵河畔旁的一個小鎮。以杜塞道夫（Dusseldorf）為主的企業集團GEA關閉它位於達騰林（Datteln）附近的製鋅廠。歐洲最大製銅公司漢堡的歐魯碧思（Aurubis），宣布計畫將部分營運移往國外，尤其是電力便宜的亞洲或南美洲。製鋁公司挪威海德魯（Norsk Hydro）實質地將諾伊斯（Neuss）廠減少產量，完全關閉兩條生產線，迫使該廠450名工人減少工時。

甚至歐盟即將移除徵收碳稅的立法，也將無法將這些公司留在德國。

傾左翼的社會民主黨黨主席加布里埃爾（Sigmar Gabriel）反諷地表示，事實顯示，綠色能源部門似乎不知情地忘記它們也需要鋼鐵、水泥和塑膠等。

在這些產業外移的惡性循環，預期將造成社會不安定才正剛開始。德國一個平均家庭明年將付出比去年多達將近2倍的能源花費。大多德國的窮人與失業

者皆仰賴固定的低能源價格，無法負擔增高的電費或購買節能家電的費用。富裕的民眾則可安裝太陽能板，實際上還可藉此賺錢。

不幸地，中產階級替窮人與工業界承受稅務衝擊，負擔每個月大量增加的費用。很快地德國將無法有此經濟引擎來帶動歐洲其他國家來度過她的財政危機。德國總理梅克爾將必須另外找內閣，否則她的政府可能會倒。〔詹姆士．康克（James Conca），美國富比士商業雜誌，2012.8.31〕

## 梅克爾能源政策 高電費將危及德國工業

2011年春天總理梅克爾將德國的方向設定為移除核能發電，改為支持再生能源。現在工業界正因電價迅速高漲而受苦，很多公司必須關閉工廠或移往國外。

紅色號誌仍高掛在鋼鐵廠大門口。寫著「請勿動手」或「克雷費爾德鋼鐵廠必須留著」。

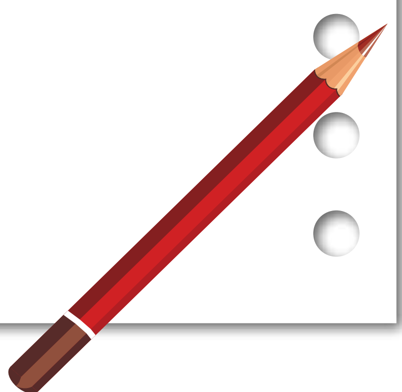
但現在都結束了。儘管這些號誌、抗議與包圍，德國最大的鋼鐵業蒂森克魯伯兩週前已將克雷費爾德不鏽鋼廠賣給競爭對手芬蘭的奧托昆普（Outukumpu）。新業主計畫在2013年底關閉所有產能，將使400名工人失業，在萊茵河下游受打擊城市的經濟損失情形將會更加顯著。

克雷費爾德不鏽鋼廠的關閉不能怪



罪於遠東地區低工資競爭或 蒂森克魯伯（ThyssenKrupp）位於埃森總部的管理不當，應怪罪於德國政府的誤導政策，至少這是那些受影響而關閉者的觀點。自從總理梅克爾的政府2011年春天從日本福島核災中覺醒，突然決定逐步淘汰核能，消耗大量電力的工業界情勢已變得更脆弱無力。

能源價格正上升，同時停電的風險也在增加。但電網急迫地需要擴張，替換發電廠的發展亦同，再生能源資源進展非常慢。越來越多的經濟專家、商業高級幹部與工會領袖們公然將責任歸咎於梅克爾總理的內閣，該內閣將她的保



守主義者與商業界友好關係的自由民主黨配對在一起。他們說政府正在迅速執行去工業化。

德國工商聯會董事長卓夫曼（Hans Heinrich Driftman）說，現今，能源供應是選擇德國這個地點來做生意的最高風險。歐洲能源委員會會長歐廷格（Gunther Oettinge）警告，在德國做生意必要考慮到電力成本。蒂森克魯伯一般工作理事會會員卡瓦（Bernd Kalwa）激昂地說，「因為一個不負責任的能源政策將在杜賽道夫與柏林施行，單單我們公司就有約5,000個工作名額處於危險狀態」。



## 聯邦政府缺乏方向

以總體經濟的術語，重工業的即將消滅是最令人擔憂的，因為失業將無法從別處彌補。目前為止還沒看到聯邦政府所承諾會伴隨德國新能源策略而來的綠色經濟奇蹟跡象。相反地，許多風力渦輪機與太陽能板製造業者抱怨生意難做並開始裁員，一些太陽能公司已關門大吉。環境部門面對一堆問題，最諷刺的是那些從高能源價格所衍生的問題。

在這期間聯邦政府是無助的，而且似乎缺乏方向。梅克爾的基督民主黨的環境部部長呂特根（Norbert Rottgen）與自由民主黨的經濟部部長羅斯勒（Philipp Rosler）在重要議題上持不同意見。呂特根要求更嚴厲的電力保護規定，而羅斯勒反對。呂特根長期反對羅斯勒的要求，羅斯勒要求減少太陽能補貼金根據該週的協議，從3月開始減少高達30%這類的補助。因為兩個部長長期以來有如此不同的意見，導致德國眾議員們幾個月以來避免在比利時布魯塞爾所開的能源政策會議中投票。

克雷費爾德不鏽鋼廠的例子顯示，2011年3月立即關閉7個核電廠，現在正影響電力供應。煉鋼廠需要大量的電力來製造不鏽鋼，作為鋼槽或汽車主體等產品。在巨大的熔爐內金屬被加熱至超過攝氏1,600度（華氏2,912度），1個冶煉廠1小時所消耗的能源約等於10個家庭1整年所消耗。工廠經理貝門堡（Harald Behmenburg）說，電費占工廠總花費的1/5。

電費的移動只有一個方向：陡升。

以克雷費爾德不鏽鋼廠為例，每度電的費用從2000年來已翻了3倍。

而這似乎沒有結束的跡象。工廠經理貝門堡說，當2011年梅克爾引進新的能源政策後，計畫未來實質上已經變得不可能。貝門堡說，現在不可能知道供應狀態和接下來的幾年電費會發生什麼事。他說，傳統的工廠將沒有存活的機會。

## 電壓波動與電力中斷

其他公司可能面臨相同的命運。柏林能源政策影響所有的傳統工業部門，從鋼鐵業與製鋁業到造紙業與水泥製造業，以及化工業。長期是德國重要部門的金屬工業正準備外移至其他電力較便宜的國家。根據德國工商會最近的調查，幾乎每5家工業公司就有1家計畫將產能外移或已經這麼做。研究發現，幾乎60%的公司擔心電力中斷或電網電壓波動，因為風力與太陽能發電仍然非常不穩定。

2011年德國聯邦政府教育與研究部舉辦的研討會有篇報告做出結論，再生能源的促進已導致傳統能源生產部門對於雇用工作的實質取代效應，能源特別密集的下游工業亦同。政治上的對立已突顯出此議題的重要性。中間偏左翼的社會民主黨黨主席加百里埃爾表示，某些人認為綠色經濟是一切。「但他們忘記如果沒有鋼鐵、塑膠、機械工程與電機工程，他們無法製造風力渦輪機。」

盡可能盡快穩定電網與避免發生停電同等重要。以前，德國電力供應的可靠性被視為在該國做生意的顯著優勢。但關閉7個核電廠結合風力與太陽能發電的不可預測性已使情勢改變。〔法蘭克．道門（Frank Dohmen）&亞歷山大．紐巴雀（Alexander Neubacher），德國明鏡週刊，2012.2.24〕

資料來源：
http://www.forbes.com/sites/jamesconca/2012/08/31/germany-insane-or-just-plain-stupid/
http://www.spiegel.de/international/business/merkel-s-switch-to-renewables-rising-energy-prices-endanger-german-industry-a-816669.html

# 車諾比事故的真相說明

文・編輯室

## 一、我國不可能發生車諾比事故

### 1.車諾比事故是要執行高危險測試，關閉反應爐保護系統而釀成巨災，我國不可能也不需要執行這種測試

車諾比電廠人員想要測試反應爐停機後仍然慣性運轉的蒸汽發電機，是否可以替代緊急柴油發電機，作為臨時緊急電源。這項測試必須強制關閉所有反應爐保護系統，此時反應爐處於沒有任何保護的狀態，具有極高的危險性而且違反安全設計。

為執行這項測試，反應爐必須在先天不穩定的低功率區運轉。當測試失敗時，反應爐在短短23秒內，功率暴增100倍。2秒後部分燃料開始過熱熔燬，石墨開始燃燒。由於所有反應爐保護系統被強制關閉、控制棒在事前就完全被抽出爐心之外，此時沒有任何挽救核災的措施，最後導致反應爐產生大量蒸氣與一氧化碳並產生2次氫爆；而且車諾比電廠沒有圍阻體設計，大量放射性物質衝破廠房後造成嚴重環境污染而釀成巨災。在重視安全的我國絕不可能允許、也沒有必要進行這種測試。

### 2.車諾比反應爐有「乾柴烈火」的致命缺陷；我國反應爐則有「水沸火熄」的安全特性，比較請見表一

## 二、西方電廠事故後果遠比車諾比事故輕微

### 1.車諾比電廠沒有阻止輻射外洩的設備

車諾比的RBMK-1000型反應爐使用石墨為減速劑，容易在事故時引發火災。而且車諾比沒有圍阻體設計，事故後大量放射性物質很容易隨火勢衝出廠外隨風飄散，引發大規模輻射汙染。

核災時最主重要的輻射外洩源是放射性碘與放射性銫。碘雖然是放射性氣體，但因半衰期短，通常3個月後放射性就減少到正常值。在嚴重核子事故發生時，放射性銫較容易因高溫環境而逸散到環境中。車諾比事故因石墨大火延燒10天，又沒有圍阻體阻擋，所以爐心中全部的放射性碘與30-40%銫-137外洩，造成長期輻射汙染。

表1　車諾比RBMK反應爐與我國反應爐主要設計差異

| 主要項目 | 車諾比反應爐設計 | 我國反應爐設計 | 說明 |
|---|---|---|---|
| 用途 | 軍民兩用 | 只能民用 | 車諾比反應爐為遷就軍事用途，犧牲安全設計，終於釀成大禍。 |
| 中子減速劑 | 石墨 | 水 | 1. 石墨在高溫時有燃燒之虞。<br>2. 石墨反應爐體積龐大，氙震盪較難控制。 |
| 爐心設計 | 有 1661 根壓力管，每根壓力管相當於一個小反應爐。構造複雜，控制困難。 | 所有爐心組件都沉浸在水中，安全性高。 | 我國反應爐只要能控制水位，就能保證系統安全，所以有許多安全系統保證穩定爐心水位。 |
| 圍阻體 | 無圍阻體 | 有厚達 2-6 公尺的超強化混凝土圍阻體。 | 圍阻體是爐心熔燬後，防止放射性物質外洩的最後一道防線。三哩島與福島事故證明其重要性。 |
| 急停所需時間 | 20 秒 | 2.78 秒（各廠平均）<br>2.5 秒（核四廠） | 急停所需時間越短，反應爐操控安全性越高。 |
| 運轉穩定性 | 低功率（<20 %）時，系統嚴重不穩定 | 所有功率範圍都安全穩定 | 車諾比事故就是發生在低功率（7%）系統不穩的狀況下。 |
| 燃料冷卻 | 爐心冷卻水少，若石墨高溫膨脹，有局部燃料過熱熔燬之虞。 | 整個爐心沉浸於水中，安全性高。 | 我國反應爐設計，燃料以下沒有大口徑管路，即使破管，也能有效防止冷卻水流失。 |
| 操控性能 | 乾柴烈火，火上加油 | 水沸火熄，安全無虞 | 我國反應爐設計第一準則就是保證系統在負反應係數，有抑止事故惡化的功能。 |

**2.西方電廠圍阻體設計使輻射外洩遠低於車諾比事故**

三哩島事故與福島事故因為圍阻體發揮極大功效，所以輻射外洩量遠低於車諾比事故。三哩島事故沒有放射性碘與銫外洩，福島事故時圍阻體大致保持完整，所以即使有3部機組發生事故，也只有1%的銫核種外洩，總輻射量只有車諾比事故的1/10。

我國採用西方標準輕水式反應爐，沒有石墨大火危險，又有強化圍阻體設計，並已規劃裝設圍阻體排氣過濾系統。依國外評估資料顯示，可以降低輻射外洩1,000倍，即使發生嚴重核子事故，仍可將民眾的輻射劑量控制在正常範圍內，沒有車諾比事故的顧慮。

## 三、車諾比事故民眾健康影響遠低於反核人士渲染

**1.生活中輻射無所不在，並非接受輻射就會罹癌**

自然界中原本就充滿各種放射性物質，如土壤有鉀40、釷232、鈾238等，空氣有鈹7、碳14、氡222等，水中有氚、鉀40等。這些放射性核種造成每年平均約2.4毫西弗（mSv）的天然背景輻射。最普遍的鉀40物理半衰期（放射性核種活度減少至原來一半所需的時間）長達12.5億年，輻射能量是銫137的2倍，在全球表土平均活度約185,000貝克/平方公尺（相當於車諾比事故所謂「污染區」銫137活度的5倍），海水中約為12貝克/公升，連每個人體內都有4,000貝克以上。

人體並非受輻射曝露就會罹癌，而是罹癌風險可能增加。數十年流行病學研究證實世界許多高自然背景輻射地區居民的罹癌率與一般人相同甚至更低。從日本核爆生存者長達60年實地追蹤，即使瞬間接受100毫西弗劑量（相當於40年天然背景輻射劑量總和），長期罹癌機率也沒有顯著增加 。國際輻射防護委員會（ICRP）103號報告強調：「終生累積接受100毫西弗以下劑量，並沒有任何器官或組織會表現出功能損傷的臨床症狀 。」聯合國原子輻射效應科學委員會（UNSCEAR）報告指出：「在200毫西弗劑量（相當於一生接受天然背景輻射劑量總和）水平之下，全世界長期流行病學調查並未找出具體的輻射傷害證據。」

**2.車諾比事故對於民眾健康影響已有明確結論**

車諾比事故發生20年後，世界衛生組織（WHO）、國際原子能總署（IAEA）等7個聯合國組織共同發表《Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the



Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine》，是目前國際對於車諾比事故民眾健康影響最具權威的研究定論：

（1）目前為止確認與輻射有關死亡者共有28人，都是屬於核災期間救災重度輻射曝露的員工，並排除其他21例死因與輻射關聯性。

（2）甲狀腺癌是目前唯一可歸因於車諾比事故所造成的民眾健康影響。事故迄今約有6,000例甲狀腺癌發生，但死亡案例為15例。甲狀腺癌非屬致死癌症，可以手術治療，一般癒後良好。

（3）受輻射影響最顯著的60萬人（包括輕度輻射曝露工作人員、疏散區民眾與限制居住區現住民等）的終生罹患致死癌症風險可能會些微增加幾個百分點。此外，一般民眾在車諾比事故所接受的輻射劑量太低，不可能找到罹癌風險增加的證據。

UNSCEAR在2011年的報告明確指出：「即使在嚴重汙染的3個地區（俄羅斯、白俄羅斯、烏克蘭），也沒有證據顯示會增加民眾罹癌風險。比對輻射較高與較低區域民眾的罹癌風險，前者並沒有增加。」

# 墨西哥終於找到
# 失竊的鈷 60 射源

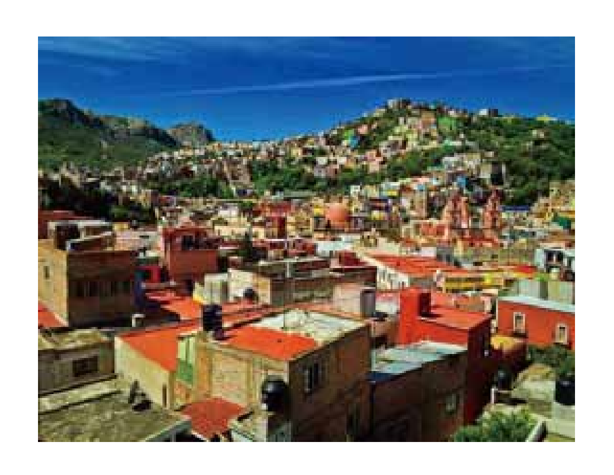
文．編輯室

國際原子能總署表示，墨西哥12月2日遭竊的運送危險射源卡車已於12月4日被發現棄置於田野中。

墨西哥政府核安管制機構（CNSNS）向國際原子能總署事故與緊急中心說明，此番行動是非常「精緻」和「複雜」，需要細心規劃，以使輻射曝露的情況降到最低。

遭竊的射源鈷60，是作為癌症放射治療之用，在墨西哥中部的維波特拉（Hueypoxtla）鎮被發現，當時已經從屏蔽的容器中取出，放置在地上。

沒有跡象顯示射源遭到破壞，當地警方已經封鎖該區域，直到射源重新放回屏蔽容器中。國際原子能總署也認同，並且表示當地未遭到輻射污染。



墨西哥各醫院接到警示，注意是否有因為處理射源而出現高輻射曝露症狀的人；國際原子能總署說明，受到高輻射曝露的人並不表示對旁人會造成危害。

墨西哥政府官員上週表示，有6人因輻射曝露而住院接受治療，可能就是盜竊卡車的嫌疑人。國家衛生部長諾布爾（Pedro Luis Noble）說，他們的症狀都很輕微。

這批射源的放射性大約3,000居里（約110兆貝克），歸類為第1類，國際原子能總署定義為「對人類極危險」，會發出貝他射線與硬加馬射線（hard gamma rays）。

國際原子能機構說，如果沒有安全的管理和防護，射源很可能會對處理或接觸時間超過數分鐘的人造成永久性傷害。接近沒有屏蔽的放射性物質幾分鐘到一個小時內，可能就會致命。

CNSCN表示已經於12月12日以遙控的機器手臂，將該批射源重新放入屏蔽容器中妥善貯存，安置於國家核能研究所（ININ），因此沒有造成任何輻射曝露的危險。

國家核能研究所提供的屏蔽容器，可避免放射性物質外洩，確保民眾安全。

資料來源：

NucNet News 2013.12.09_No314 & 2013.12.12_No319

# 雅卡山高放射性廢料處置計畫可能敗部復活

文．編輯室

美國核管會（NRC）已指示其部屬完成對雅卡山（Yucca Mountain）高放射性廢料地質儲存庫的安全評估報告（SER）。在此同時，法院也已裁定給予因聯邦政府未能履行用過核燃料處置承諾而受害的3家電力公司，超過2億3千5百萬美元的損害賠償。

除了指示自己的員工去完成安全評估報告外，核管會也請能源部（DOE）準備環境影響補充報告（ SEIS ），以進行這座高放射性廢棄物處置設施執照申請案的環境審查作業。

為了處置電力公司的用過核燃料以及軍用高放射性廢棄物，能源部在2008年提出美國第一座（雅卡山）高放射性廢棄物永久儲存庫的建造和營運執照申請。但是在2009年美國政府決定放棄該計畫後，核管會的審查就隨即停止。不過之後在美國上訴法院於2013年8月13日裁定，美國核管會不得在手上還有1千1百萬美元預算可用的情況下，非法停止雅卡山計畫的審查後，核管會就開始恢復該案的原訂作業。

美國核管會在2008年開始的審查，包括兩項併行的程序：一是由核管會自己的人員進行技術審查；一是由核管會原子能



緬因洋基核電廠所有的用過核燃料都放在該廠的乾式貯存場內（洋基電廠提供）

安全暨執照審核委員會（Atomic Safety & Licensing Board, ASLB）在評估反對者就技術和法律面所提出的質疑前，所舉行的裁決聽證會（adjudicatory hearing）。雖然裁決程序目前仍暫時停擺，但是核管會已下令工作人員把在裁決聽證會所收集到的文件放到核管會的公眾資訊系統（ADAMS）線上資料庫中。核管會表示，雖然需要有足夠的資金才能將所有的文件都公諸於世，但是在安全評估報告和環境影響補充報告中所引用的文件都將會被公開。

核管會的這項聲明，正值美國法院因為美國政府未能履行用過核燃料的處置義



務，而判給美國東北部3家電力公司超過2億3千5百萬美元的綜合損害賠償之時。這3家電力公司的3座核電廠現在都已經除役，但因聯邦政府未能移走用過核燃料和其他高放射性廢棄物，迫使這些物料必須繼續儲存在電廠原址中。因此這3座核電廠都必須自行建造並運轉乾式護箱貯存設施（稱為「用過核燃料獨立貯存設施」，ISFSIs），以便能在符合核管會的規定下存放這些物料，直到能源部能夠履行義務為止。

根據1982年的立法，美國能源部負有法定義務，須自1998年開始將電力公司的用過核燃料貯放於永久儲存庫中。但在永久儲存庫仍付諸闕如的情形下，美國政府就一直無法履行其義務，那就不應該向電力公司徵收規費來支付用過核燃料的管理費用。因此一些電力公司便透過訴訟，尋求法院能幫他們討回持續支付的用過核燃料管理費。

在11月14日的裁決中，美國聯邦索賠法院判定須支付1億2,630萬美元損害賠償給康乃狄克洋基核電廠、7,330萬美元給洋基原子核電廠，以及3,580萬美元給緬因洋基核電廠。這筆法院的裁決金額，僅比3家電力公司索賠的2億4,700萬美元略低一些。

該訴訟是對2002-2008年期間的損害要求賠償，也是這個洋基3人組所提起的第二次訴訟。而在8月份提出的第三次損害賠償訴訟，則是針對2009-2012年期間的損害，目前則正在進行當中。

WNN News 2013.11.19

http://www.world-nuclear-news.org/WR-Reviving-Yucca-Mountain-1911137.html

# 美國上訴法院 勒令緩徵核廢料規費

文．編輯室

因為美國能源部（DOE）仍持續以已被喊停的內華達州雅卡山（Yucca Mountain）高放射性廢棄物處置計畫的名義，向電力公司徵收規費，因此美國電力公司和管制機關，在2011年3月透過全美公用事業管理委員會（NARUC）及美國核能協進會（NEI）提出訴訟。而美國上訴法院日前裁定，在能源部決定出用過核燃料究竟要如何處置前，必須停止向電力公司徵收該項規費。

雅卡山計畫的經費來自核廢料基金，而核廢料基金的財源是從核電廠所發的每一度電中徵收0.1美分，目前每年大約可收取7.5億美元之多。累積至今，電力公司以及用戶們已貢獻了超過310億美元給核廢料基金。

根據「核廢料政策法」（Nuclear Waste Policy Act）的規定，美國政府原本應該在1998年以前興建完成一座核廢料的永久處置場，因此設立核廢料基金以支應相關的成本與開銷。而雅卡山計畫過去已經用掉該基金約70億美元，且已獲致相當的進展。但是歐巴馬總統和前能源部長朱棣文卻在2009年5月刪除該計畫的預算。如今用在該計畫的經費已縮減在一最低的水準下，可是核廢料基金名下現在仍有240億美元的節餘，每年還為國庫賺得超過10億美元的利息進帳。

美國哥倫比亞特區巡迴上訴法院，已裁定能源部長須向國會提案將該項核廢料規費費率變更為零，直至能源部遵從核廢料政策法的要求完成永久處置場，或是國會另行制定出一項廢料管理的替代方案。

在資深法官西爾伯曼（Lawyence Silberman）提出的書面判決中，傳達了巡迴上訴法院對此案的結論：「美國能源部並未對該項收費是否合理進行必要的評估，因此在還沒有得到核廢料究竟應如何被永久處置的結論前，就強迫電力公司為一個假設的選項支付費用，似乎並不公平。而且所收取的規費是否已經滿足了永久處置所需的成本，顯然政府部門自己也並不清楚」。

巡迴上訴法院並表示：「我們的裁決並未提供電力公司任何形式的補償，也沒有免除電力公司最終仍須為他們的廢料繳納處理成本的義務。一旦能源部進行了充分的評估，不論是雅卡山計畫敗部復活，或者是因為國會制定了替代方案，如果規費的徵收仍是必要的話，核廢料規費都將會恢復徵收」。

WNN News 2013.11.20

http://www.world-nuclear-news.org/WR-Court-orders-halt-to-nuclear-waste-fees-2011134.html

# 歐洲籌設 核災緊急通訊系統

文．編輯室

福島核災事故後，由43個組織連署、讓歐洲各國在發生核能緊急事故時，能有效溝通及做出反應的專案正在成形。

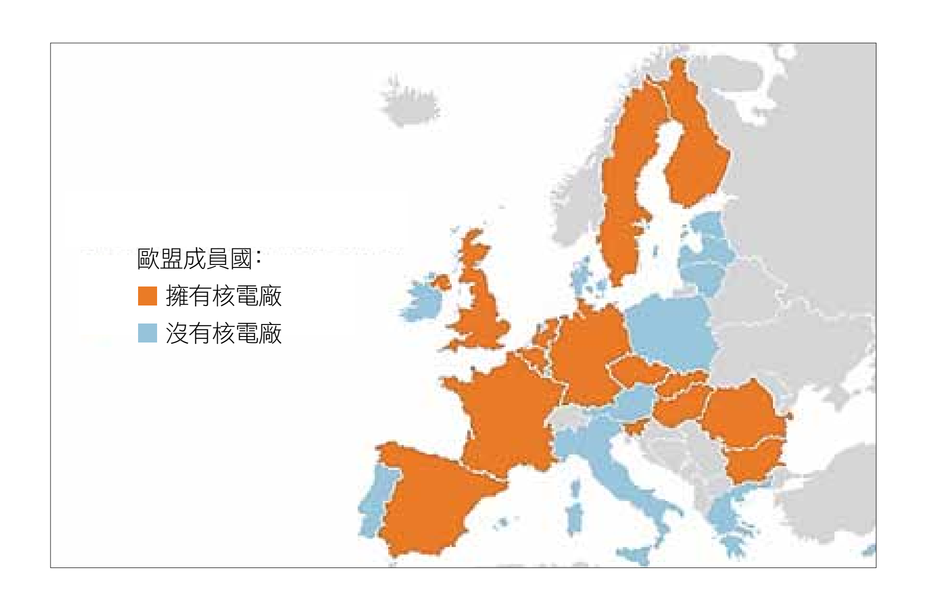
這個專案名稱為PREPARE，主要結合歐洲20幾個國家的國際核能緊急事故處裡中心、大學以及核能安全機構，這些國家包括德國、義大利、比利時、挪威，以及烏克蘭已從歐盟研究計畫（EU Framework Program for Research，FP7）籌得資金400萬歐元（540萬美金）。

預計在2016年初定案的計畫工作將會注重在：該如何處理像福島事故後產生的長期輻射釋放的情形？研究人員將開發一個在緊急情況下，能迅速及可靠地蒐集和交換資訊的系統，制定處理疑似污染物品的程序及政策。核能緊急事件中心、安全機構及農業部門的員工必須學習怎麼應用PREPARE。

比利時核能研究中心（Belgian Nuclear Research Centre）的危機管理及決策部門經理坎普斯（Jahan Camps）說：「在發生福島核災事故前，緊急計畫只設計因應短短幾天的輻射外洩；但福島事故發生時，輻射外洩最長至1個月，同時還有其他的少量外洩。」

根據德國的卡爾斯魯厄理工學院（Karlsruhe Institute for Technology）的專案協調人員拉斯可（Wolfgang Raskob）表示，PREPARE其中一個功能將會用來預測整體意外事故的發生。他同時也說到：「我們正在計畫成立一個有歷






史事故紀錄和假設的狀況資料庫，來對照現有的資訊。」

針對來自受核輻射影響地區的食品和其他用品，歐洲各國的管制行為很不一致。就福島核災事故來說，拉斯可指出，歐洲每個國家都有自訂的規定與限制，此專案的其中一個目標是設置汙染限制標準，以統一歐洲各國對來自受核輻射影響地區的食品和其他用品的審核規範。

此外，在核災發生後，改善監控陸地與水文系統的行為也需要正視，在發生緊急情況時也能向大眾告知更好的處理方案。

## 從媒體的角度來看

「我們以福島核災事故作為案例，來研究當時學者專家們如何互相溝通，以及如何透過媒體向大眾報導。」比利時核能研究中心研究員裴可（Tanja Perko）如此描述。

裴可同時也指出，歐洲各國的媒體報導福島事故的方法存有極大差異，某些媒體注重自身國家核電廠的安全，其他則是報導輻射污染物品進口的議題，而有些媒體大部分還是集中報導日本的後續發展。「義大利超過60%的新聞報導都提到『公民投票』這個字眼」，指出媒體報導與政治事件的潛在關聯性。

資料來源：
http://www.world-nuclear-news.org/RS-Europe-plans-for-emergency-communication-2911131.html





# 由這些問題了解核能

**Q 地球上一直都有輻射嗎？**

**A** 是的，自有星球就有輻射；地球形成之初就有輻射，而且以前的輻射比現在強。輻射不會妨礙生命的形成。

**Q 世界上天然背景輻射最高的地方是哪裡？台灣天然背景輻射最高的地方又是哪裡？**

**A** 世界上天然背景輻射最高的地方在印度和伊朗。海拔越高的地方天然背景輻射也越高。台灣天然背景輻射最高的地方在玉山塔塔加，為0.137微西弗／小時。

**Q 輻射是什麼？**

**A** 地球上每個東西都由原子組成，其中少數原子有放射性，它慢慢釋放能量，漸漸變成沒有放射性，地球上天然的放射性會漸漸降低。這種現象也可以用人工創造出來。

**Q 放射性從哪裡來？**

**A** 星球在生命週期中會燃燒物質放出光和熱。星球在生命週期中和死亡時都會產生無輻射的元素及一點放射性；當地球形成時，就有了這些無輻射的元素及有一點放射性的元素。

**Q 生物體是否含有放射性？**

**A** 是的，我們周遭每樣生物都是由原子組成，其中有些原子有天然放射性，人體內的鉀可能有放射性，成人身上的放射性鉀所釋放的波及粒子每秒4,000次。

**Q 放射性可否治療癌症？**

**A** 放射性可消滅癌細胞，高劑量的放射性可殺死細胞，若針對癌細胞照射可使腫瘤縮小甚至消失。

**Q 何時首次使用X光？**

**A** 1895年科學家侖琴首次發現X光。在19世紀末X光已可用來診斷肺結核，第一次世界大戰時居禮夫人將X光機架設在卡車上，開到前線去為受傷的軍人作診斷。

**Q 怎麼知道有沒有骨折？**

**A** 如果我們懷疑有骨折，可用X光檢查。由於骨頭密度高，所照出來的影像比肌肉白，骨折的地方顏色比較深，所以可以辨識出來。

**Q 機場內用什麼檢查行李？**

**A** 機場用X光機掃瞄行李，不用打開行李箱就知道裡面有沒有違禁物品，真的是很方便。

**Q 考古學上如何決定年代？**

**A** 考古學者採用方法來比較在木乃伊等物體中所含的放射性元素和非放射性元素的數量，因為放射性元素會依時間而衰變，因此可計算出該木乃伊等物體存活的年代。

**Q 如何偵測放射性？**

**A** 放射性原子會釋放出輻射和微小粒子，人的五官無法感知，必須用儀器來偵測，你有聽過蓋格計數器（Geiger counter）嗎？它就是很好的工具。

**Q 我們要如何保護自己免受輻射傷害？**

**A** 放射性不是Jedi的光劍，只要有屏蔽就可以擋住輻射，γ射線比α射線需要更厚的屏蔽。在有輻射傷害風險的區域工作的人需要戴上防護面具及防護衣，作為保護。

**Q 放射性對健康的危害風險為何？**

**A** 放射性是自然現象，到處都有低劑量的放射性。曝露在低劑量放射性的環境下對健康沒有影響。在核電廠附近雖是人造的放射性，但因劑量很低，對健康沒有影響。高劑量的放射性可能會產生癌症，非常高劑量的放射性可能造成立即致死，或數月內死亡。

**Q 核電廠會不會變成原子彈？**

**A** 技術上不可行。原子彈的設計是放射性集中並瞬間釋放巨大能量；反應爐則是要控制連鎖反應慢慢釋放能量。反應爐的安全就是隨時小心監視連鎖反應的程度。

**Q 核電廠能不能抵擋地震？**

**A** 核電廠的設計一定要能抵擋地震。2007年日本發生6.8震度的地震，核電廠安然無恙。2011年福島電廠在規模9的地震下也安然無恙，它受損是因海嘯所引起，海嘯把冷卻系統的供電功能沖毀。

**Q 核電廠能不能抵擋飛行器撞擊？**

**A** 目前的核電廠可以抵抗民用飛行器撞擊，新的EPR反應爐則可以抵抗高速軍機撞擊。

**Q 台灣核電廠會不會發生像車諾比一樣的事故？**

**A** 在台灣，如果核能發電變成無法控制，機組就會自動停機。而且台灣的機組外層有圍阻體，車諾比沒有圍阻體。

**Q 核電廠冷卻水塔排放的是什麼？**

**A** 冷卻水塔排放的是水蒸氣，不含放射性物質。冷卻水用來冷卻反應爐，但是這些水、水蒸氣並不是從爐心出來，所以不含放射性物質。

**Q 什麼是放射性廢棄物？**

**A** 電廠內的放射性廢棄物和一般廢棄物一樣，像工具、衣服、金屬片、塑膠，只是它沾染了放射性物質，可能會危害健康及環境，因此不能像一般廢棄物一樣處理，必須放在特別的設施內直到它衰變到對人的健康及環境沒有危險為止。

**Q 誰會製造放射性廢棄物？**

**A** 在台灣有很多個單位會製造放射性廢棄物，除了核電廠之外還有醫院及研究機構，產生的放射性廢棄物由台電負責紀錄及處理 。

**Q 核能所產生的放射性廢棄物如何處理？**

**A** 放射性廢棄物可依放射性的強弱、有無化學毒性予以分類。經過焚化以降低容積，然後裝入鍍鋅鋼桶內，予以隔離

存放，直到它衰變到對人的健康及環境沒有危險為止。這些放射性廢棄物可依類別存放在地表或地下數百米深的貯存場。

**Q 台灣每年產生的放射性廢棄物有多少？**

**A** 台灣每年產生一般事業廢棄物3,990萬公噸，其中有害廢棄物162萬公噸。台灣每年產生178桶低放射性廢棄物，每桶50加侖。

**Q 核電廠用過核燃料變成什麼？**

**A** 核燃料用了一段時間之後就要取出來，把新的放進去。取出來的用過核燃料先放在廠內用過核燃料池冷卻，然後看各國的政策如何，採用下列2種處理方式：

1. 把用過核燃料放在屏蔽容器內，然後放在用過核燃料處置場。（瑞典採用此方式）
2. 把用過核燃料再處理，做成新的核燃料。（法國採用此方式）

**Q 核設施不用之後要如何處理？**

**A** 當核子設施不用之後要先監視若干年，等管制機關批准除役才能開始拆廠，按照所拆卸的設備的放射性高低予以分類處理。這個地區經過若干年後仍可再使用。

**Q 能源有什麼用途？**

**A** 人的生活中不能缺少能源：交通要能源轉動引擎、電燈要電力才能照明、手機要電池、電腦要電力、暖氣要電或燃料、冰箱要電才能保冷…。能源一日不可或缺。

**Q 一座核電廠能供應多少民眾的用電？**

**A** 1部1,000百萬瓦核能機組可供應約1千萬居民的用電。

**Q 要多少風機或太陽能板才能發出核電廠所生產的電？**

**A** 2部1,000百萬瓦核能機組所產生的電相當於1,500部大型風機（排成一列長約180公里）所產生的電；也相當於80-100平方公里的太陽能板所產生的電。

**Q 比較1公克鈾和1公克石油所發的電**

**A** 1公克鈾所產生的能源是1公克石油的7萬倍。8公克的燃料丸所發的電相當於5桶石油（640公斤）所發的電。

**Q 哪些婦女對核能科技發展有貢獻？**

**A** 居禮夫人是核能科技發展上最有貢獻的女性，得過2次諾貝爾獎：1903年得物理獎、1911年得化學獎。麗澤麥特娜（Lise Meitner）發現核分裂，後來用於核能發電。愛琳居禮（Irene Joliot Curie）是居禮夫人的女兒，發現人造放射性，得到1935年諾貝爾化學獎。

**Q 哪些再生能源可發電？**

**A** 水力發電、風力發電、太陽能發電。

# 核能新聞

文・編輯室

## 國外新聞

### 中國寧德 2 號機正式併網

位於福建省的寧德核電廠，2號機已首次連接到電網。1,018萬瓩的CPR-1000壓水式機組已併網發電，初始負載為50萬瓩。全功率和商業運轉得到批准前，將通過監管啟動測試。寧德另外2個機組正在建造，計畫未來2年開始運轉。

2014.01.10.NucNet

### 日本編列財政預算 62 億美元用於福島

日本新的財政年度預算草案編列6,520億日圓（約62億美元）支出，用於福島一廠的除役和周邊地區的重建。

日本原子力產業協會（JAIF）表示，此預算草案包括除污37億美元，其中包括處置放射性污染的廢棄物；963萬美元用作建設臨時廢棄物貯存設施；11億美元用來照顧災民，包括助學金；以加速福島縣的重建工作。JAIF說，經產省還要求548萬美元用作重建福島縣、179萬美元發展和核電安全相關的基礎設施。

2014.01.10.NucNet

### 英國大學主導 800 萬英鎊放射性廢棄物研究計畫

英國利茲（Leeds）大學引領10所大學組成的國家研究計畫，研究處理該國放射性廢棄物的方法。

該800萬英鎊（1,300萬美元）的項目，是由工程和物理科學研究理事會資助，將在2014年2月開始，匯集核能工業、政府的核能顧問和全國頂尖的學術研究人員。該大學表示，超過40名博士和博士後研究人員將在未來4年裡，如何在核電廠的水池和廢料倉庫裡妥善處理不同類型的用過核燃料，包裝與貯存廢棄物，以及核污泥的處理。

該研究將分成4個小組：進步型氣冷反應爐、鎂諾克斯和特殊的用過核燃料；氧化鈽與燃料殘餘物；舊式水池與廢料倉庫；基礎設施特性的修復與保存。利茲大學粒子科學與工程研究所主任畢格斯（Simon Biggs）教授將主導整個計畫，他說，「計畫項目主要集中在安全貯存處置現有的放射性廢棄物，開發新技術並為一般民眾提供信心。

2014.01.08.NucNet

### 瓦騰福開始檢查布隆斯比特電廠的廢料桶

德國瓦騰福（Vattenfall）公司今天開始檢查布隆斯比特（Brunsbüttel）核電廠地下6個貯存室，那裡貯存631桶放射性廢棄物，等待轉送到一個全國性的處置場。

該公司表示，目測檢視中／低放射性廢料桶，預計需時數週。以特製的檢測

設備檢查全部的鋼桶。該裝置包括一個攝影機，可以從所有角度非常詳細的檢查。瓦騰福公司說，鋼桶中裝有中／低放射性廢棄物，是從污水處理過程，以及從單一機組的迴路中產生的。廢棄物包括過濾樹脂、蒸發器濃縮物和混合廢棄物。

這些貯存室最初並非設計用於長期貯存，鋼桶是給康拉德（Konrad）處置場裝中／低放射性廢棄物。康拉德計畫已遭受多年的法律論證和延遲，但2013年11月德國新聯合政府表示將支持該計畫。

據瓦騰福公司表示，德國環境部預計康拉德將在2021年至2025年間開始營運。康拉德在德國中部薩爾茨吉特（Salzgitter）舊鐵礦附近，1976年停止開採鐵礦後，全面性的檢查發現，礦井內有利的地質條件適合作為放射性廢棄物處置場。康拉德將貯存來自醫院、研究中心與工業界30萬立方公尺的放射性廢棄物。

瓦騰福公司擁有10座機組，7個在瑞典、3個在德國〔布隆斯比特與庫莫（Krummel），以及布魯多福（Brokdorf）的少數股權〕。布隆斯比特和庫莫機組不再運轉，因為德國計畫逐步淘汰核能發電。

2014.01.08.NucNet

## 芬蘭 TVO 公司 2013 年發電量創紀錄

芬蘭的核營運商TVO公司發布2013年的發電數據，表示歐基盧歐托（Olkiluoto）核電廠2座機組儘管曾經發生過非計畫性停機，仍然產出創紀錄的14.63兆度的電力。

TVO說，這個數字超過了2009年14.5兆度的舊紀錄。880百萬瓦沸水式機組容量因數為95.1%。佛頓公司（Fortum）的洛維薩（Loviisa）核電廠2座機組共發電8.04兆度，占全國總發電量約9%，容量因數為92.5%；洛維薩1號機92.1%，2號機93%。洛維薩這2個機組是420百萬瓦的壓水式反應爐。

佛頓說，「有幾個很棒的投資計畫正在洛維薩進行」，以確保電力的生產，直到這2座機組的經營許可在2027年和2030年結束為止。

一名發言人說，渦輪機和再發熱器的更新將可增加29百萬瓦的產能，2014年，一個獨立的海水冷卻系統也將完成，這將提高電廠在極端條件下的安全性。

芬蘭有4個核電機組商轉中，歐基盧歐托3號機（EPR）正在建造中。上個月，芬蘭佛瑪（Fennovoima）公司和俄羅斯國營核能公司羅撒頓（Rusatom）子公司，簽訂了漢希奇威（Hanhikivi）核電廠1號機的電廠供應合約，要在芬蘭西部派哈喬奇（Pyhäjoki）建造。

2014.01.06.NucNet

## 韓國監管機構核准重啟反應爐

因為偽造與安全相關的控制電纜，3座南韓反應爐自2013年5月即已離線，核安與保安委員會（NSSC,Nuclear Safety and Security Commission）最近已經批准重啟。

兩個國家級核反應爐機組-新古里2號機和新月城1號機，因為更換與安全相關的纜線，以及偽造環境鑑定試驗報告結果，已於2013年5月遭下令離線。而新古里1號機的定期維護週期也因此延長，以便更換

電纜。NSSC表示，正在建設中的新月城2號機，在發出運轉執照之前電纜也必須更新。南韓現有23座反應爐商轉，5座興建中。

2014.01.03.NucNet

## 中國陽江 1 號機併網發電

中國原子能管理局表示，廣東陽江核電廠第1座機組首度併網發電。

陽江1號機是中國設計的CPR-1000型式，1,000百萬瓦的壓水反應爐，2013年12月31日連接上電網。國家原子能機構說。這是陽江電廠6座機組計畫中的第1座，位於香港以北大約200公里。預計在未來數個月內將全面商業運轉。

據國際原子能總署（IAEA）表示，CPR-1000是一款以大亞灣及嶺澳核電廠為基礎的改良設計，納入電廠實際操作經驗加以修改。相反的，大亞灣參考葛芙蘭（Gravelines）5、6號機，用的是法國900百萬壓水反應爐。自1980年以來，法國已有28個這種設計的機組在運轉，另外在比利時、南非和南韓有更多的機組。

據新華社報導，陽江1號機組件的75%是在本國進行採購。陽江2座機組計畫採用進步型ACPR-1000壓水反應爐機組。安全功能包括一個額外的散熱系統，藉由壓力容器噴灑帶走熱度，可用在發生嚴重事故造成爐芯損壞時從反應爐壓力容器外部冷卻。

陽江1號機於2008年開始建造，2011年7月香港的中電控股（CLP Holdings）公司同意投資7.45億美元，CLP投入總成本10.8億美元。

2014.01.03.NucNet

## 日本 16 座反應爐提出重新啟動的申請

日本原子力產業協會（JAIF）提供的統計數據顯示，提出重新啟動申請的已經有16座機組，但是該國的原子力規制委員會（NRA）至今還未批准任何1座恢復運轉。

全日本50個商用反應爐目前處於離線狀態，需要經過檢查，以確保符合在福島事故發生後制定的新安全標準。該標準包括3個主要領域：設計基礎的安全標準、嚴重事故的措施，以及地震與海嘯安全標準。

根據新標準，日本核電廠的營運商必須採取具體的措施來緩解嚴重事故的可能性。到現在為止，這種行動是自願的。據JAIF公布的統計數據，NRA已收到下列機組重新啟動的申請：泊1、2、3號機，女川2號機，柏崎刈羽6、7號機，高浜3、4號機，大飯3、4號機，島根2號機，伊方3號機，玄海3、4號機和川內1、2號機。福島事故後僅有大飯3號和4號機的2個反應爐恢復運轉，但這2座機組於2013年9月因為重新裝填燃料的常態性大修工程而離線。

2013.12.30.NucNet

## 日本計畫興建中期貯存設施

日本環境省官員告訴區域代表，打算興建立一座臨時貯存設施，貯存受福島事故影響、需要除污作業所產生的土壤和其他廢棄物。

據JAIF表示，該設施將集中安全管理和貯存這些廢棄物，直到可以送到「福島縣外」進行最終處置為止。中期貯存的期

間可能是從2015年1月30日開始，為期30年。目前，除污作業產生的土壤和廢棄物已經存放在臨時空地上。

2013.12.27.NucNet

## 白俄羅斯與俄羅斯簽署核子事故早期通報系統

白俄羅斯國家通訊社表示，該國與俄羅斯政府簽署核子事故的早期通報協議，以及核子與輻射安全資訊交換。

根據協議，在核子事故發生時，該國有義務通知對方。兩國還承諾，如果輻射監測系統偵測到「異常」的情況，也應告知對方。

2013.12.20.NucNet

## 保加利亞同意興建新機組

保加利亞已批准科茲洛杜伊（Kozloduy）電廠興建新的核能機組，並宣布將與西屋電氣就建造AP1000三代＋反應爐開始進行排他性談判。

能源部長斯托內（Stoynev）透過政府的官方新聞社表示，將批准國家能源公司──保加利亞能源控股（BEH）與東芝公司和其子公司西屋電氣洽談，在科茲洛杜伊建設一個新的機組。

世界核電營運者協會（WANO）針對科茲洛杜伊電廠進行的同業審查已經結束，確認廠內各區域的運轉無安全上的疑慮 。檢查於2013年11月22日開始，2013年12月6日結束。WANO表示，檢查重點部分包括組織和管理，操作，維修，輻射防護，緊急應變計畫和教育培訓的運作進行檢討。

在科茲洛杜伊建造的AP1000機組與西屋正在進行談判，如果談判成功，可能於2016年開始施工。斯托內部長說，如果與西屋談判失敗，保加利亞將尋求其他方案，來取代國內唯一商轉的科茲洛杜伊5、6號機。

科茲洛杜伊5號機的運轉執照在2017年到期，科茲洛杜伊6號機則是2019年。在科茲洛杜伊新建一座機組，其實是之前的保加利亞政府在2012年4月決定的。目前全球有8座AP1000反應爐正在興建，4座在中國，4座在美國。

2013.12.12/13.NucNet

## 日、中、韓同意交換核能管制資訊

2013年11月28日，來自日本、中國及韓國核能安全管制機構的核能管制者與專家齊聚中國杭州舉行會議，同意建立一個能交換核能常規與緊急資訊的平台。這個會議成立於2008年，主旨為加強東北亞的核能安全。

基於發生在2011年的福島事故，三方代表同意建立一個能交換核能資訊又跟核能規範有關的平台。同時，他們也贊成應建立當不尋常的狀況發生時的通報系統，同時互相參與對方國家的核能防災演習。

http://www.jaif.or.jp/english/news_images/pdf/ENGNEWS01_1387185323P.pdf

# 國內新聞

## 核四廠生水池地質穩定，無安全疑慮

核四廠生水池設置於廠區高地，開發時已參考水土保持專家的建議，將生水池及上方的山頭移除，所移除的土石重量大於生水池本體加上生水池注滿水之後的總重量，也就是生水池興建後，其下方土石的承載負荷已較未興建前更輕，因此絕對沒有承載力不足或液化的疑慮。

台電表示，核四生水池整地時確實已經挖到岩盤，至於99年中興工程顧問公司報告中所謂的「風化」，是指900萬年前造山運動時就已經存在的風化，台電公司已將風化部分刨除，以水泥置換後，上面再興建生水池，原來的風化層已經不存在；而且生水池興建後，該地層不再裸露於地表，不會再產生風化現象。

另外，為了防止土石滑動，台電公司已將生水池上方的山坡整治成14度的安定角，開發時也沒有砍腳的情況發生，因此不會有順向坡滑動的疑慮。

此外，為了進一步確認生水池附近地質的穩定度，台電公司已完成該地區的地質穩定分析，證明假設在生水池附近的地下水位已滿到地面的情況下，也不會發生滑動。

本刊訊 2014/01/12

## 核三廠 1 號機反應爐急停的原因

102年12月4日13:01核三廠1號機反應爐功率80%，主飼水泵C台檢修中，主飼水泵B台突然跳脫，蒸汽產生器水位過低造成反應爐急停。急停後值班人員依據緊急操作程序書將機組置於熱待機。原能會在接獲通報後，隨即查詢機組狀況，於第一時間確認機組已安全停機。

核三廠每部機組設計上有3台主飼水泵，每台泵都可提供蒸汽產生器50%的額定補水流量，因此3台主飼水泵中只要有2台運作就可提供機組滿載功率之用。初步了解這次是核三廠利用執行主汽機控制閥月測試的時機，於反應爐功率80%的狀態，檢修主飼水泵C台電氣跳脫機構油路。在C台停用後，B台突然因為伺服閥動作異常引動超速跳脫，以致僅剩的A台主飼水泵的流量，不足以因應當時反應爐80%功率所需要的蒸汽產生器補水能力，造成蒸汽產生器水位降低達到警訊限值，因而引動反應爐保護系統動作使反應爐急停。

有關報載這次核三廠急停狀況類似車諾比，並不屬實。核三廠執行主汽機控制閥月測試及檢修主飼水泵，都必須符合運轉規範的要求，原能會駐廠視察員也會隨時確認電廠機組狀況，以及是否符合運轉的規範。

原能會已要求台電公司必須確實查明主飼水泵故障的原因，並提出改善對策，確認安全無虞後，才可申請機組再啟動。

本刊訊 2013.12.05






## 沒人敢說的事實：
## 核能、經濟、暖化、脫序的能源政策

要不要核能電廠？
要不要燃煤火力電廠？
這些對你我的切身相關的電價與生活物價指數會有什麼影響？
再生能源的未來是否就是一條康莊大道？
經濟與綠色家園何者重要？
沒有麵包的理想還能算是理想嗎？
本書由台灣電力結構的基本面開始帶你理解這些看似無關，
實則環環相扣的各項因素是如何互相作用。
在投下寶貴的一票之前，你需要知道自己的決定會帶來怎麼樣的未來。

**【陳立誠】**

現職／吉興工程顧問公司董事長
學歷／哥倫比亞（Columbia）大學土木與力學系 P.C.E.、克萊門森（Clemson）大學 土木系 M.S.C.E.
證照／中華民國土木技師、美國紐約州專業工程師（Professional Engineer）、亞太工程師（APEC Engineer）
專業團體／中華民國工程技術顧問商業同業公會理事、中華民國汽電共生協會理事、台北市美國商會基礎建設委員會主席、中國工程師學會對外關係委員會主任委員、中國工程師學會出版委員會顧問指導

為加強推廣正確能源知識，《沒人敢說的事實》已由聯合報系同時以電子書形式出版，定價 NT$149元，不到實體書定價一半，歡迎選購。

http://reading.udn.com/v2/bookDesc.do?id=52344